



Examensarbete

2020:06

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Inverkan av trädslagsval och plantstorlek på tall- och granbestånds anläggningskostnad, skadeutveckling och tillväxt i norra Sveriges kust- och inland

*Effects of species choice and seedling size on establishment costs, damages
and growth of coastal and inland spruce and pine stands in northern Sweden*

Nils Södermark

Examensarbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteteten för Skogsvetenskap
Jägmästarprogrammet
ISSN 1654-1898
Umeå 2020



Inverkan av trädslagsval och plantstorlek på tall- och granbestånds anläggningskostnad, skadeutveckling och tillväxt i norra Sveriges kust- och inland.

Effects of species choice and seedling size on establishment costs, damages and growth of coastal and inland spruce and pine stands in northern Sweden.

Nils Södermark

Handledare:	Göran Hallsby, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogens ekologi och Skötsel
Bitr. handledare:	Henrik Svennerstam, Skogforsk
Examinator:	Tommy Mörling, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogens Ekologi och Skötsel
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	A2E
Kurstitel:	Masterarbete i Skogsvetenskap, A2E Skogens ekologi och skötsel
Kurskod:	EX0959
Program/utbildning:	Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.:	Skogens ekologi och skötsel
Utgivningsort:	Umeå
Utgivningsår:	2020
Omslagsbild:	Nils Södermark
Serietitel:	Examensarbeten
Delnummer i serien:	2020:06
ISSN:	1654-1898
Nyckelord:	Höjdtillväxt, Klimatläge, kostnader, Picea abies, Pinus sylvestris, plantstorlek, produktion, skador, trädslagsval, överlevnad

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakultet Fakulteten för skogsvetenskap

Institution Skogens ekologi och skötsel

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

SAMMANFATTNING

För att noggrant utreda vilka av dessa trädslag och plantstorlekar som är lämpliga för olika förhållanden, anlades ett planteringsförsök av Skogforsk i samarbete med Holmen. Försöket var etablerat på sex geografiskt skilda lokaler från Hudiksvall i söder till Norsjö i norr. Tre lokaler var etablerade närmare kusten och resterande tre låg längre in i landet. På lokalerna var tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*) planterade bredvid varandra i två olika plantstorlekar. Plantstorleken var Starpot (SP) 50 cm³ och 90 cm³krukstorlek. Lokalerna inventerades kontinuerligt från planteringsstillfället där planthöjd och skador mättes fram till fem år efter planteringen. För detta examensarbete inventerades försöket, som Holmen och Skogforsk etablerat, hösten 2019, tio år efter plantering.

Huvudsyftet med arbetet var att få en klarare bild av vilken kombination av planttyp (gran/tall SP50/SP90), som presterat bäst efter tio växtsäsonger på de olika lokalerna. För att sedan jämföras med de inmätta värdena efter fem växtsäsonger. Olika produktionseffekter som totalhöjd och höjdtillväxt från 2013 års inmätning till 2019 års inmätning för skadade och oskadade plantor, undersöktes för de olika planttyperna. Detta för att urskilja eventuella differenser och effekter mellan dessa kombinationer. Vidare undersöktes plantskador, plantöverlevnad och hur det geografiska läget påverkade dessa faktorer. Ett delsyfte var att urskilja hur kombinationen av planttyp och geografiskt läge påverkade nettonuvärdet (nuvärdesintäkter minus nuvärdeskostnader) samt hur nettotillväxten såg ut för en omlopptid. Vidare utfördes en känslighetsanalys som undersökte skillnaden mellan de inmätta plantorna och påhittade plantor där inga avgångar hade skett för att se hur nettotillväxten förändrades.

Arbetets resultat visade att tallplantorna hade växt högre än granplantorna för båda plantstorlekarna samt att tall 90 cm³ hade marginellt högre höjd jämfört med tall 50 cm³, vilket också kunde fastställas från den tidigare inmätningen. Däremot fanns det ingen signifikant skillnad mellan plantstorlek i tillväxtskillnad från 2013 till 2019. Tillväxttakten hade ökat för både tall och granplantorna sedan senaste inmätningen. Tallen hade ökat mer i höjdtillväxt jämfört med granen. Granen hade högre höjdtillväxt i de sydligare lokalerna. Tallen var i större utsträckning mer skadedrabbad än granen, vilket hämmat höjdtillväxten för tallen. Granen hade då åstadkommit högre höjd än tallen vid hårt skadedrabbade lokaler. Plantavgången för samtliga planttyper hade börjat kulminera i fyra lokaler (Hudiksvall, Örnsköldsvik, Åsele och Umeå) i förhållande till planteringsåret 2008. I de två övriga lokalerna (Färila och Norsjö) hade den totala avgången för samtliga planttyper ökat. De planttyper som bidrog mest till den totala avgången var tall50 och tall90.

Nuvärdet och nettotillväxten varierade beroende på lokalens geografiska läge. Det högsta nuvärdet och nettotillväxt uppkom vid högsta ståndortsindex och motsvarande lägst nuvärde och nettotillväxt för lägsta ståndortsindex. Högre nuvärde rådde vid kustlokalerna jämfört med inlandslokalerna. De mindre plantstorlekarna visade sig få högre nettonuvärde tack vare billigare utgifter per planta på samtliga lokaler.

Nyckelord: Klimatläge, kostnader, picea abies, pinus sylvestris, plantstorlek, plantöverlevnad, plantskador, produktion, trädslagsval, tillväxt,

ABSTRACT

In order to carefully investigate which wood species and plant sizes are suitable for different conditions, a planting experiment was established by Skogforsk in collaboration with Holmen. The experiment was established on six geographically distinct sites in Sweden, from Norsjö in the north to Hudiksvall in the south. Three sites were established nearer the coast and the remaining three were further inland. On the sites pine (*Pinus sylvestris*) and spruce (*Picea abies*), in two different plant sizes, were planted next to each other. The plant size was Starpot (SP) 50 cm³ and 90 cm³. The sites were measured continuously from the time of planting up to five years after planting. For this thesis the experiment that Holmen and Skogforsk established was measured once again in the fall of 2019, ten years after planting.

The main purpose of this thesis was to obtain a clearer picture of which plant type combination (spruce / pine SP50 / SP90), performed best after ten growing seasons. This was compared to the measured value after five growing seasons. Various effects of production were measured such as total height after ten years and height growth from five years up to ten years after planting. These effects of production were investigated for different plant types to distinguish any differences and effects between these combinations. Furthermore, plant injuries, plant survival and how the geographical location affected these two factors were investigated. A sub-purpose was to distinguish how the combination of plant type and geographical location affected net present value after one growth cycle.

The results of the thesis showed that the pine plants had grown taller than the spruce plants for both plant sizes. The pine of 90 cm³ was marginally higher compared to pine of 50 cm³. This result was also found in the measurements of 2013. However, there was no statistically significant difference between plant size, in difference of growth, between 2013 to 2019. Growth rate had increased for both the pine and spruce plants since the last measurement. Pine plants had increased more in growth compared to the spruce plants. Spruce plants had higher growth in the southern sites. Pine plants were to a greater extent more injured than the spruce plants, which hampered the growth of pine plants. Spruce plants had then reached greater height compared to the pine plants on sites that were severely damaged. The number of plant death's for all plant types had started to culminate in four sites (Hudiksvall, Örnköldsvik, Åsele and Umeå), comparing to the planting year of 2008. In the sites of Färila and Norsjö, the total number of plant deaths for all plant types had increased. Plant types that contributed most to the total number of plant deaths were pine 50 and pine 90.

The net present value varied depending on the geographical location of the sites. The highest net present value occurred at the highest site index and the corresponding lowest present net value occurred at the lowest site index. In comparison, the coastal sites had higher net present value than the inland sites. Small plant sizes had a higher net present value on all sites, this thanks to cheaper expenses.

Key words: climate zone, costs, growth, Picea Abies, Pinus Sylvestris, plant size, plant survival production, plant damage, tree species choice

Förord

Detta examensarbete omfattar 30 högskolepoäng på avancerad nivå och utfördes under höstterminen 2019 och vårterminen 2020 vid Sveriges Lantbruksuniversitet på institutionen Skogens ekologi och skötsel. Uppdragsgivare var Holmen. Idén för examensarbetet bygger på en tidigare studie som utgått ifrån ett stort planteringsförsök där gran och tallplantor med två olika storlekar planterats år 2008 på olika breddgrader från kust till inland i norra Sverige. Försöket inventerades hösten 2019 för att urskilja förändringar i tillväxt och skadegrad jämfört med en tidigare inventering år 2013 samt sedan försöket startade. Ett stort tack riktas till Göran Hallsby som varit huvudhandledare och Henrik Svennerstam som varit extern handledare. Jag vill också rikta ett stort tack till Torgny Lind och Hilda Edlund för handledning i analyser.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	5
ABSTRACT	6
<i>Tabellförteckning</i>	<i>9</i>
<i>Figurförteckning</i>	<i>10</i>
INLEDNING	11
<i>Vattentillgång och balans mellan transpirerande yta – rotsystem</i>	<i>11</i>
<i>Fotosyntesförmåga och lagrade resurser (tillväxtpotential)</i>	<i>12</i>
<i>Uppfrysningsrisk</i>	<i>12</i>
<i>Frostkänslighet</i>	<i>12</i>
<i>Vegetationskonkurrens</i>	<i>12</i>
<i>Snytbagge</i>	<i>12</i>
<i>Tidigare studier</i>	<i>12</i>
<i>Syfte</i>	<i>13</i>
<i>Frågeställningar</i>	<i>13</i>
MATERIAL OCH METOD	14
<i>Försökslokaler och ståndortsfaktorer</i>	<i>14</i>
<i>Försöksdesign</i>	<i>15</i>
<i>Frökällor och plantproduktion och planteringens utförande</i>	<i>15</i>
<i>Datainsamling</i>	<i>15</i>
<i>Databearbetning och -analys</i>	<i>16</i>
<i>Prognostisering</i>	<i>16</i>
<i>Analys av skador och avgångar</i>	<i>17</i>
<i>Känslighetsanalys av större antal plantor</i>	<i>18</i>
RESULTAT	19
<i>Skador</i>	<i>23</i>
<i>Plantavgångar</i>	<i>25</i>
<i>Prognostisering av fortsatt beståndsutveckling</i>	<i>25</i>
<i>Känslighetsanalys</i>	<i>27</i>
DISKUSSION	29
<i>Prognostisering av fortsatt beståndsutveckling</i>	<i>31</i>
<i>Studiens styrkor och svagheter</i>	<i>32</i>
<i>Framtida studier</i>	<i>33</i>
<i>Slutsatser och rekommendationer</i>	<i>33</i>
<i>Bilaga 1 – Skador</i>	<i>38</i>
<i>Bilaga 2 - Avgångar.</i>	<i>40</i>

Tabellförteckning

Tabell 1. Egenskaper för plantmaterial planterat år 2008 på sex olika lokaler i norra Sverige (planthöjd: mm, n= 100, diameter: mm, n= 100), och S:R kvot, n =30)	15
Tabell 2. Ingångsvärden i optimeringsmodellen. Stamantal (per ha) och medelhöjd(cm) fördelat mellan lokal och planttyp.	17
Tabell 3. Resultat av P-värden för analyser från Mixed Model på alla responsvariablerna fördelat på de förklarande variablerna. Höjd och oskadad höjd är medelhöjd på plantorna år 2019. Höjdtillväxt och oskadad höjdtillväxt är medelhöjd på 2013 till 2019 års tillväxt.....	23
Tabell 4. Medelvärden visat i cm på responsvariablerna fördelat på lokal och planttyp och hur de skiljer sig från varandra (medelvärden som inte delar bokstav är signifikant olika)....	23

Figurförteckning

Figur 1. Lokalernas geografiska position i norra Sverige från Norsjö i norr till Hudiksvall i söder.....	14
Figur 2. Genomsnittlig höjdtutveckling för oskadade gran- och tallplantor av planttyperna SP50 och SP90 under tio vegetationsperioder(x-axeln är höjdtillväxt i cm och y- axlen är vegetationsperioder).....	20
Figur 3. Boxplot på skadad höjd i cm (y-axeln) år 2019 fördelat på kust och inlandslokaler(x-axeln) samt planttyp. Lokaler är märkta med ståndortsindex.	21
Figur 4.Plantstorlekens (SP50 eller SP90) inverkan på oskadade tall- och granplantors medelhöjdtillväxt (cm/år på y-axeln) 2013 - 2019. Sorterat på kust- och inlandslokaler i norra Sverige mellan 65°02 N och 61°38 N. Procentalen är årlig medeltillväxt i förhållande till planthöjd 2013.	22
Figur 5. Skillnad mellan skadade och oskadade plantor tillväxt från 2013 till år 2019 (cm på y-axeln och procent i staplarna) sorterat på kust och inlandslokaler i norra Sverige mellan 65°02N och 61°38N. (Olika cm skalor gäller för tall och gran).....	25
Figur 6. Nettotillväxt (tillväxt minus naturlig avgång) uppdelat på (m ³ sk/ha/år på y-axeln) och tillväxtperioder(x-axeln) för alla försökslokaler uppdelat mellan de olika planttyperna.”Hack” i tillväxtkurvorna för de olika planttyperna visar vilken tidsperiod gallringar har utförts.	26
Figur 7. Förändring i nettonuvärde (SEK på x-axeln) uppdelat på planttyp, lokal och kust/inland, där högst till lägst ståndortsindex går från vänster till höger.	27
Figur 8. Total andel skadeorsak (andel i % på y-axeln) fördelat på planttyp och lokal. Data gäller för inmätningen år 2019.....	38
Figur 9. Total andel Skadegrad (Andel i % på y-axeln) fördelat på planttyp och lokal. Data gäller för inmätningen år 2019.....	39
Figur 10. Kumulativ avgång för alla planttyper sammanslaget (andel i % på y-axeln) fördelat på lokal och år efter plantering.	40
Figur 11. Kumulativ total avgång 10 år efter plantering (andel i % på y-axeln) fördelat på plantyp och lokal.....	40

INLEDNING

I Sverige är plantering av tall- eller gran den helt dominerande förnygringsmetoden efter beståndsavveckling (Skogskunskap 2019). Ur produktionssynpunkt är bägge trädslagen jämbördiga på stora delar av den svenska skogsmarken. Granen producerar däremot bättre än tallen på sydligare breddgrader medan tallen, i regel har, ett produktionsövertag i norr (Bergquist et al 2005). Detta faktum återspeglar sig i vilken typ av mark trädslagen trivs på. En karakteristisk tallmark kännetecknas utav grövre jordarter med ett tunt humustäcke och vegetation av bärris eller lavtyper. Granen däremot utvecklas bra på ståndorter med rörligt markvatten, högre näringstillgång och finkorniga jordar. När det gäller torra klimat är granen känslig och tar lätt skada, jämfört med tallen, som är bättre anpassad att stå emot torra förhållanden (Hallsby 2013).

En viktig grundförutsättning för hög och värdefull produktion är att en etablering av tillräckligt tät skog inte blir fördröjd. Faktorer såsom skillnad i trädslagets skadekänslighet samt olika plantypers vitalitet och etableringsförmåga blir därför avgörande för framtida produktion. Produktions- och planteringskostnaden för skogsplantor stiger med ökad plantstorlek. Räknet per planta kräver mindre storlekar inte lika mycket odlingsyta, vilket innebär mindre arbete i plantskolan. Små plantor ger lägre kostnader för näring, uppvärmning och lagring och blir dessutom billigare att transportera och plantera (Larsson 2016). Så länge förnygringsresultatet är godtagbart, styr därför ekonomin plantvalet mot mindre plantor. Med olika plantstorlek följer även skillnader i morfologi och fysiologi. I teorin kan dessa skillnader, beroende på planteringslokalens och planteringspunktens egenskaper, innebära etableringsfördelar antingen för stora eller för små plantor.

Vattentillgång och balans mellan transpirerande yta – rotsystem

Ett bra utgångsläge i tillväxtfasen för nyplanterade gran- och tallplantor är bra markkontakt så att plantan får god tillgång på vatten. Wennström (2014) understryker att brist på vatten vid planteringsstillfället på grund av dålig markkontakt har i regel störst negativ påverkan på skogsplantor. Mindre storlek på gran och tallplantor har fördelen att de kräver mindre vatten och kan etablera sig snabbare till växtplatsen. Det har visat sig på mark av torrare karaktär där mindre plantor har större chans att etablera sig (Grossnickle 2017). Det innefattar då att mindre plantor uppnår en bra kontakt med kapillärt vatten. Om tillgången och upptagningsförmågan av vatten inte kan säkerställas, klarar plantan ej av att ersätta den mängd vatten som transpireras, vilket leder till torkstress (Burdett 1990). Rotsystemet måste alltså kunna försörja plantans gröndel. Om plantans grönyta har ett större behov av vatten än vad rotsystemet kan bidra med, kommer plantan sättas i stress och i värsta fall dö av uttorkning (Grossnickle 2005). Ett mått på förhållandet mellan transpirerande yta och rotsystem är S:R kvot. Detta mått visar hur här väl balansen mellan den transpirerande ytan och rotstorleken är.

Vattentillgång för skogsplantor påverkas efter hur välutvecklat rotsystemet är. Större plantor kan inneha mer välutvecklade rötter, vilket ger en större rottillväxtpotential (Parker 2001). En indikation på ett välutvecklat rotsystem kan vara grövre stamdiameter. Plantor med grövre diameter kan ha lättare att underhålla sig med vatten och näring under varma och torra förhållanden (Grossnickle 2012). En väl utförd markberedning och plantering kan öka vattentillgången om planering sker i ett djupare läge nere fåran. Högläggning och plantering i högt läge kan minimera risker för översvämning men samtidigt kan det kapillära vattenståndet få svårare att nå upp till rotnivå, om inte ståndorten håller mycket vatten (Johansson 2013).

Fotosyntesförmåga och lagrade resurser (tillväxtpotential)

Morfologiska fördelar som följer med ökad storlek är högre antal grenar och skott, vilket innebär större fotosyntetiserande grönyta som i sin tur kan ta upp mer energi och då gynna uppbyggnaden av biomassa (Parker 2001).

Uppfrysningsrisk

Större plantor har generellt bättre förmåga att bilda rötter. Om skogsplantering med större plantor sker på våren, förbättras plantans chans till förankring med hjälp av längre etableringsperiod, vilket i sin tur minskar risken för uppfrysning (Hallsby 2013, Goulet 1995).

Frostkänslighet

Enligt Christersson (1978) är granen mer känslig för frost och klarar inte av samma låga temperatur som tallen. Det visar sig i att tallen snabbare kan utveckla härdighet mot frost, jämfört med granen, som kan uppnå samma härdighet men efter en längre period. Plantstorleken påverkar också hur hög härdighet plantan har mot frost. Kortare plantor utsätts högre utsträckning av frostrisk än längre plantor. Detta beror på att kall luft har mindre rörelseenergi, vilket gör att kall luft sjunker och lägger sig nära markytan. En annan anledning till att en stor äldre planta klarar frost bättre beror på att den skjuter sina skott senare på våren, när det är varmare och frostrisken blivit lägre (Skogskunskap 2016).

Vegetationskonkurrens

En skadefaktor som drabbar plantor hårt är konkurrens från närliggande vegetation, vilket kan motverkas genom rätt valda skogliga åtgärder. En vital planta i kombination med en rätt vald markberedning ger bra förutsättningar att stå emot konkurrens från markvegetation (Mellber & Näslund 1987). Plantstorleken har stor betydelse när det gäller att konkurrera med närliggande vegetation. Större plantor har en högre inre tillväxt jämfört med små plantor. Denna storleksskillnad och högre tillväxtpotential konkurrerar mycket bättre med närliggande vegetation jämfört med små plantor (Thifault 2004). Enligt Nilsson och Örlander (1999) sker konkurrens om näring och vatten mellan granplantor och gräsdominerad hyggesvegetation främst under mark.

Snytbagge

Större storlekar på plantor har exempelvis fördelar som högre höjd och bredare diameter, vilket bidrar till ökad robusthet samt motståndskraft mot insektsangrepp. Till exempel får snytbaggar svårare att ringbarka en större planta som har större stamdiameter, vilket ökar chansen att plantan överlever (Nyström 1999).

Tidigare studier

För att få bättre beslutsunderlag för ett ståndortsanpassat val av trädslag och plantstorlek i norra Sverige har Skogforsk i samarbete med Holmen etablerat en försöksserie där tall och gran av två storlekar planterats från Hudiksvall i söder till Norsjö i norr. Resultaten av årliga inventeringar fram till 2013 visade, för båda trädslagen, att överlevnaden varit gynnsam för stora plantor. Inventeringarna visade vidare att tallen hade högre tillväxt men också att den hade drabbats av fler allvarligare skador än granen (Johansson et al 2015).

Detta väcker frågan om tallen kan väntas behålla sitt tillväxtförsprång in i ungskogsfasen eller om granen tack vare färre skador producerar bättre på sikt?

Syfte

Syftet med detta examensarbete var att studera produktionseffekter av trädslag och plantstorlek på kust och inlandslokaler, på olika breddgrader, tio år efter plantering. Utifrån denna kunskap leverera ett regionalt anpassat beslutsunderlag för val av trädslag och plantstorlek, baserat på föryngringskostnad och förväntad produktion. Små plantor kostar mindre att producera i plantskolan jämfört med stora plantor. Vidare är transport - och planteringskostnaden lägre för små plantor när beståndsföryngringen skall ske. Detta väcker intresset att identifiera vilka typer av planteringslokaler som kräver en större planta för att åstadkomma en godkänd föryngring. Vidare uppkommer frågan vilket område som kan åstadkomma tillräckligt bra återväxt med en mindre planta.

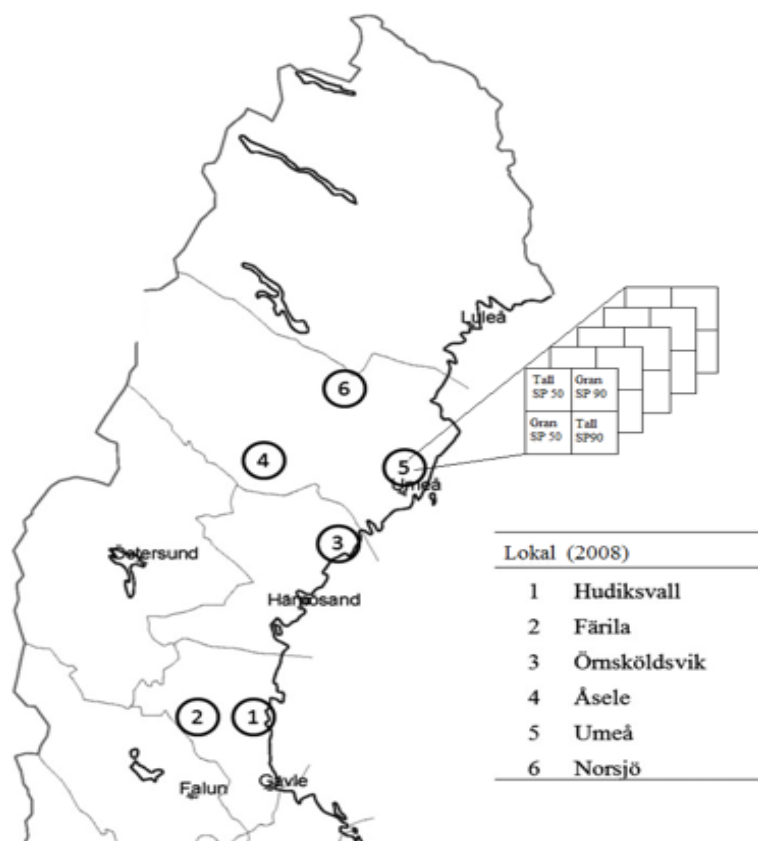
Frågeställningar

- Kvarstår den högre tillväxten hos tall jämfört med gran efter fem år även efter tio år?
- Har lokalens geografiska läge betydelse för medelhöjdtillväxten på planttyperna efter tio växstsäsonger?
- Skiljer sig betydelsen av större eller mindre plantor mellan tall och gran vad gäller medelhöjdtillväxt per år, från fem år efter plantering till tio år efter plantering?
- Påverkar skador, förändring i tillväxt, mellan planttyper?
- Fanns det en skillnad i skadebild mellan planttyper och lokalens geografiska läge efter tio växstsäsonger?
- Har avgångarna planat ut sedan den senaste inmätningen?
- Kommer det aktuella ungskogstillståndet återspegla den fortsatta beståndsutvecklingen i fråga om tillväxt och är det ekonomiskt försvarbart att acceptera merkostnaden för större plantor när hela omloppstiden beaktas?

MATERIAL OCH METOD

Försökslokaler och ståndortsfaktorer

Försöksserien som anlades 2008, omfattar sex lokaler från latitud 61°38 N till 65°02 N med lokaler vid kusten och i inlandet, se Figur 1. Försökslokalerna är att betrakta som "normala marker" och lokalerna är representativa för medelproduktionen i området. Försöksytorna hade i princip likartade jordarter och markvegetation. Temperatursumman och boniteten varierade med högst värden i syd och det lägst i norr samt högre vid kust och lägre vid inland. Lokalerna Hudiksvall, Färila, Örnsköldsvik och Umeå låg inom den svagt humida zonen (50 mm humiditet per vegetationsperiod), Norsjö och Åsele lokalerna låg i den normalt humida klimatzonen (50 - 100 mm humiditet) (Lundmark1986). För mer utförlig info om lokalernas ståndortsegenskaper se Johansson et al (2015).



Figur 1. Lokalernas geografiska position i norra Sverige från Norsjö i norr till Hudiksvall i söder.

Försöksdesign

Varje försökslokal omfattade fem randomiserande block, som vardera innehöll fyra parceller med två planttyper (SP50/SP90) av vardera trädlaget (gran/tall). I varje parcell planterades 50 plantor längs fem intilliggande planteringsspår i två meters förband. För mer utförlig info om försöket se Johansson et al 2015).

Tabell 1. Egenskaper för plantmaterial planterat år 2008 på sex olika lokaler i norra Sverige (planthöjd: mm, n= 100, diameter: mm, n= 100), och S:R kvot, n=30)

Trädslag	Parametrar	Planttyp ¹⁾	Planteringslokal						S:R Kvot
			Färila	Hudiksvall	Åsele	Örnsköldsvik	Norsjö	Umeå	
Tall	Planthöjd Diameter	SP50	97 1,8	97 1,8	80 1,7	94 1,8	74 1,8	80 1,7	2,65
		SP90	140 2,6	140 2,6	126 2,6	123 2,5	124 2,6	126 2,6	3,61
	Frökälla		433 Tällby	433 Tällby	T2 Alvik 433	412 Dom- sjöänget	T5 Pålberget	T2 Alvik 433	
Gran	Planthöjd Diameter	SP50	163 2,1	168 2,2	146 1,8	168 1,9	146 1,8	146 1,8	3,89
		SP90	214 2,8	223 2,8	205 2,7	216 2,8	205 2,7	205 2,7	3,95
	Frökälla		Jung 27	67 Saleby	131 Dom- sjöänget	62°12 Hassela	130 Dom- sjöänget	130 Dom- sjöänget	

1) SP= Starpot 50 cm³ eller 90 cm³.

Frökällor och plantproduktion och planterings utförande

För plantproduktionen valdes frö med härkomst anpassad för försökslokalernas klimatlägen, enligt Holmens ordinarie rutiner. Odlingssubstratet var torv och odlingstätheten 730 (SP50) respektive 440 plantor per m². Den tillämpade gödslingsrutinen gav vid plantleveransen ett kväveinnehåll i barren på ca 2,2 % samt att plantorna var kyllagrade fram till plantering. Som markberedning tillämpades harvning på alla lokaler förutom Norsjö där högläggning utfördes. Plantorna sattes på passande planteringspunkter.

Datainsamling

Insamlingen av data för detta arbete gjordes på alla sex lokaler under hösten 2019, tio år efter plantering. Inom varje parcell mättes plantorna innanför parcellernas yttre plantrad. Totalt innefattade det maximalt 24 levande plantor per parcell (3 rader *8 plantor). Följande mätningar registrerades för varje enskild planta:

- Höjd i centimeter från mark till toppknopp
- Skadegrad i följande klasser: oskadad, obetydlig skada/tveksam skada, något skadad (nedsatt tillväxt men ej mindre än föregående år), starkt skadad (nedsatt tillväxt, mindre eller lika stor som föregående år)
- Skadeorsak i kategorierna: svamp, torka, klövvilt (älg, rådjur, etc), insekter, vegetation och annan eller okänd skada.

Från föregående revidering som inkluderades följande data:

- Höjd
- Skadegrad
- Avgång

Databearbetning och -analys

Statistikprogrammet Minitab version 2018 användes för att sortera och gruppera data, samt för att utföra den statistiska analysen med variansanalys (Mixed Model). Data delades upp i skadade plantor och icke skadade plantor vilket sedan sorterades efter de förklarande variablerna kust/inland, trädslag, plantstorlek och block. Anledningen till uppdelningen mellan skadade och oskadade plantor var att urskilja, hur stor påverkan, skador hade på höjdtutvecklingen jämfört med oskadade plantor. I analysen användes de förklarande variablerna kust/inland, plantstorlek och trädslag med en fixerad effekt av olika block inuti lokalerna, vilket kust/Inlands variabeln användes till. Den förklarande variabeln ”block inuti lokalen” (kust/inland) användes för att se om det fanns en skillnad mellan blocken i lokalen på de olika responsvariablerna. Eftersom det fanns fyra olika responsvariabler att analysera så utfördes statistiska analyser på responsvariablerna var för sig. Anledningen till detta var att generera tillräckligt många frihetsgrader, vilket annars skulle innebära svårigheter i att tolka ett resultat med för få frihetsgrader. Alla responsvariabler som testades var normalfördelade med lika varians. Responsvariablerna som analyserades var:

- Höjd (2019)
- Oskadad höjd (2019)
- Höjdtillväxt (2013 till 2019)
- Oskadad höjdtillväxt (2013 till 2019)

Följande modell användes i General mixed model:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\delta)_{ik} + \partial_{il} + \epsilon_{ijkml}$$

där μ är det generella medelvärdet, α_i är den fasta effekten av kust/inland ($i=1-2$), β_j är den fasta effekten av plantstorlek ($j=1-2$), δ_k är den fasta effekten av trädslag ($k=1-2$), $(\alpha\beta)_{ij}$ är interaktionseffekten av kust/inland och plantstorlek, $(\alpha\delta)_{ik}$ är interaktionseffekten mellan kust/inland och trädslag, (∂_{il}) är random effekt av block inuti lokal ($l=1-5$) samt experiment felet (ϵ_{ijkml}), som också var inräknat i modellen, experimentfelet antas vara normalfördelad(0, σ). Medelvärden av förklarande variablerna räknades ut per kust/inland (lokaler), trädslag, plantstorlek och block. När analysen var genomförd avlästes p-värden för att urskilja statistiska samband. Sannolikhetsvärdet som användes var (p-värde $<0,05$). Tukey post hoc (t-test) utfördes på kust/inland och planttyp där det fanns signifikanta värden. T-testet utfördes på dessa två förklarande variabler för att se vilka planttyper(trädslag/plantstorlek) och kust/inland(lokal) som skilde sig från varandra med avseende på responsvariablerna.

Prognostisering

Programvaran Planvis i Heureka systemet användes för att simulera den framtida beståndsutvecklingen. För utförlig beskrivning av programvaran se Wikström et al (2011). För varje enskild lokal som importerades in i Planvis var inventeringsår, försöksarea, träddata,

beståndsdata, geografiskpositionsdata och länskod registrerade. Eftersom det fanns bortgångar och icke identifierbara försöksplanter vid fältinventeringen, varierade antalet träd per lokal som importerades in i Planvis, se tabell 2. När försöket planterades år 2008 var planttätheten satt till 2000 planter per ha.

Tabell 2. Ingångsvärden i optimeringsmodellen. Stamantal (per ha) och medelhöjd(cm) fördelat mellan lokal och planttyp.

		Kust			Inland		
Lokal	Planttyp	Hudiksvall	Umeå	Örnsköldsvik	Färila	Norsjö	Åsele
Stamantal	Gran 50	1111	1383	1292	1208	1800	1800
	Gran 90	1350	1533	1433	1417	1950	1850
	Tall 50	1200	1700	1233	1396	1067	1650
	Tall 90	1625	1933	1625	1305	1350	1633
Medelhöjd	Gran 50	365	211	283	384	119	204
	Gran 90	370	245	340	377	124	231
	Tall 50	399	313	363	298	237	277
	Tall 90	488	342	350	288	279	330

I prognostiseringen tilläts inväxning av självföryngrade planter. Detta innebar att en viss andel självföryngring simulerades in under den framtida tillväxten. Självföryngrade planter som växte på försöket hade ej mätts in. I skötselprogramgeneratoren där alla skötselåtgärder kunde styras ändrades inget, vilket innebar att standardinställningarna användes. Skötselsystemet som användes i prognostiseringen var trakthyggesbruk, vilket innefattade röjning vid behov, max tre gallringar med minst tio års mellanrum och med en trädhöjd över minst tio meter. En prioriterad slutavverkning var ett krav i prognostiseringen. Diskonteringsräntan sattes till 3 %. Ett strategiskt skötselprogram prognostiserades sedan för varje planttyp (gran50, gran90, tall50, tall90). Varje skötselprogram optimerades efter prognostiserade kostnader och utgifter som tillsammans utgjorde de totala nettovärdet för en omloppstid. Kostnader och intäkter som registrerades uppkom utifrån de skötselåtgärder som inträffade under omloppstiden. Eftersom plantorna var tio år gamla vid inventeringstillfället gjordes först en diskontering tio år bakåt i tiden, från det att försöket etablerades, fram till hösten 2019. Under denna period uppstod kostnader från markberedning, plantering och eventuell röjning vid behov. Sedan diskonterades alla framtida kostnader och intäkter för en omloppstid med start från slutavverkning bakåt till inventeringstillfället hösten 2019. Här innefattades då kostnader och intäkter från slutavverkning, gallring och röjning vid behov. Kostnader (per planta) som användes i nuvärdesanalysen var följande:

Odlingskostnad: SP50 (1,1 kr) och SP90 (2,05 kr)

Planteringskostnad: SP50 (1,1 kr) och SP90 (1,3 kr)

Transportkostnad (från plantskola till trakt): 10 öre per planta oavsett plantstorlek.

Kostnaderna när analysen gjordes var tagna från dagsfärskas priser. De dagsfärskas priserna byggde på rådande resurstillgångar på planter och den gällande eurokursen. Utförlig beskrivning av de funktioner som användes i programvaran återfinns i (Elving 2010).

Analys av skador och avgångar

Den experimentella designen av försöket var upplagt för att jämföra tillväxtförändringar mellan olika trädslag och plantstorlekar. Under insamlingen av data till arbetet registrerades även typ av skada och hur allvarlig skadan var. Deskriptiv statistik användes för att analysera skador

och skadegradssamband mellan kust och inland, planttyp och trädslag samt hur grad av skada relaterade till typ av skada.

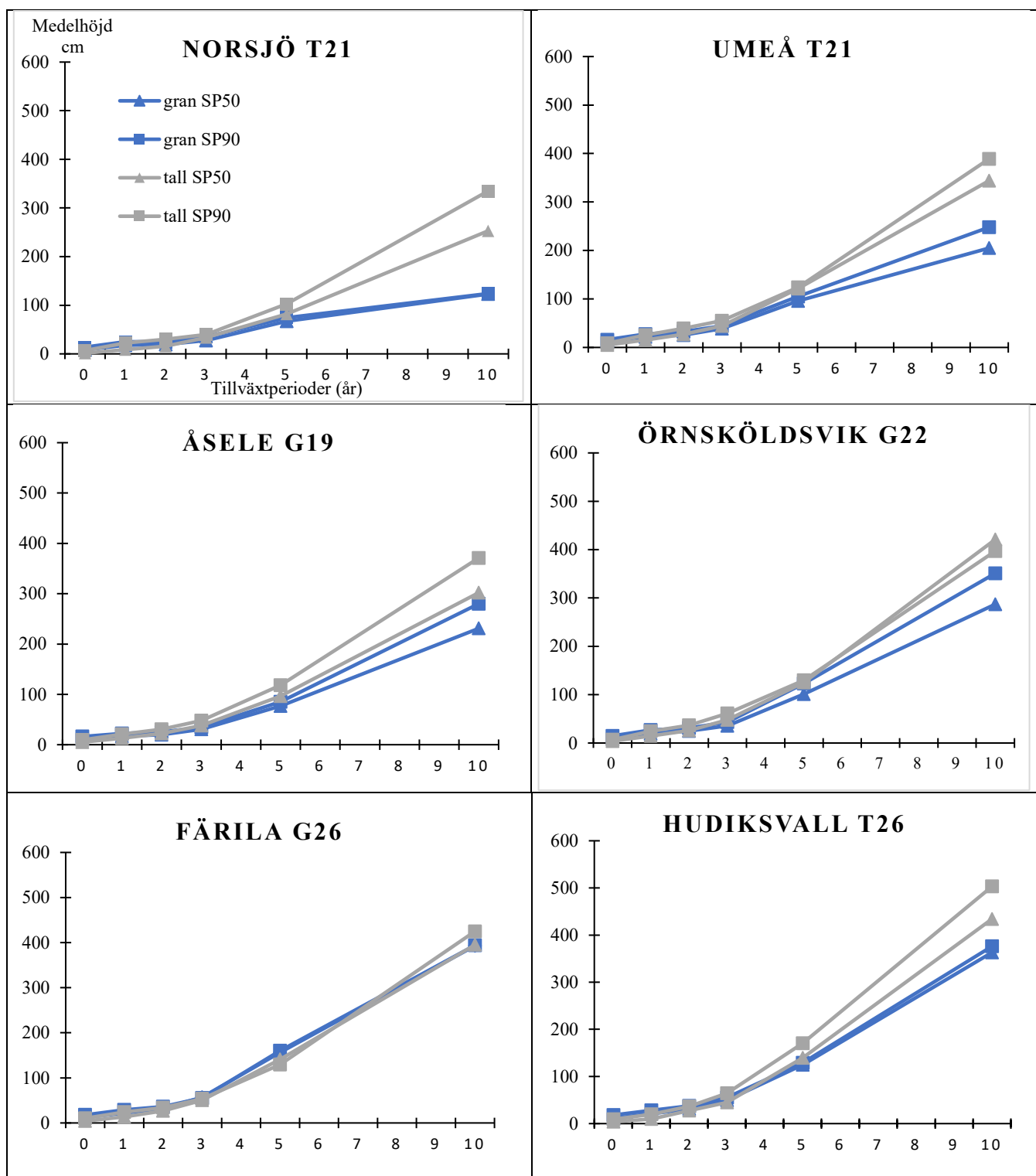
Känslighetsanalys av större antal plantor

Syftet med känslighetsanalysen var att få en förståelse hur tillväxten varierade mellan de inventerade beståndets levande försöksträd och ett artificiellt/påhittat bestånd där alla plantor tilläts överleva (inga avgångar och skador). Träden i det påhittade beståndet var modellerade utifrån Färila lokalens träd där de tio största, bäst växande plantorna per planttyp i Färila fick representera medeltillväxten och skalades upp till en planttäthet på 2000 plantor per ha. Standardinställningar i skötselprogramgeneratoren ändrades inte.

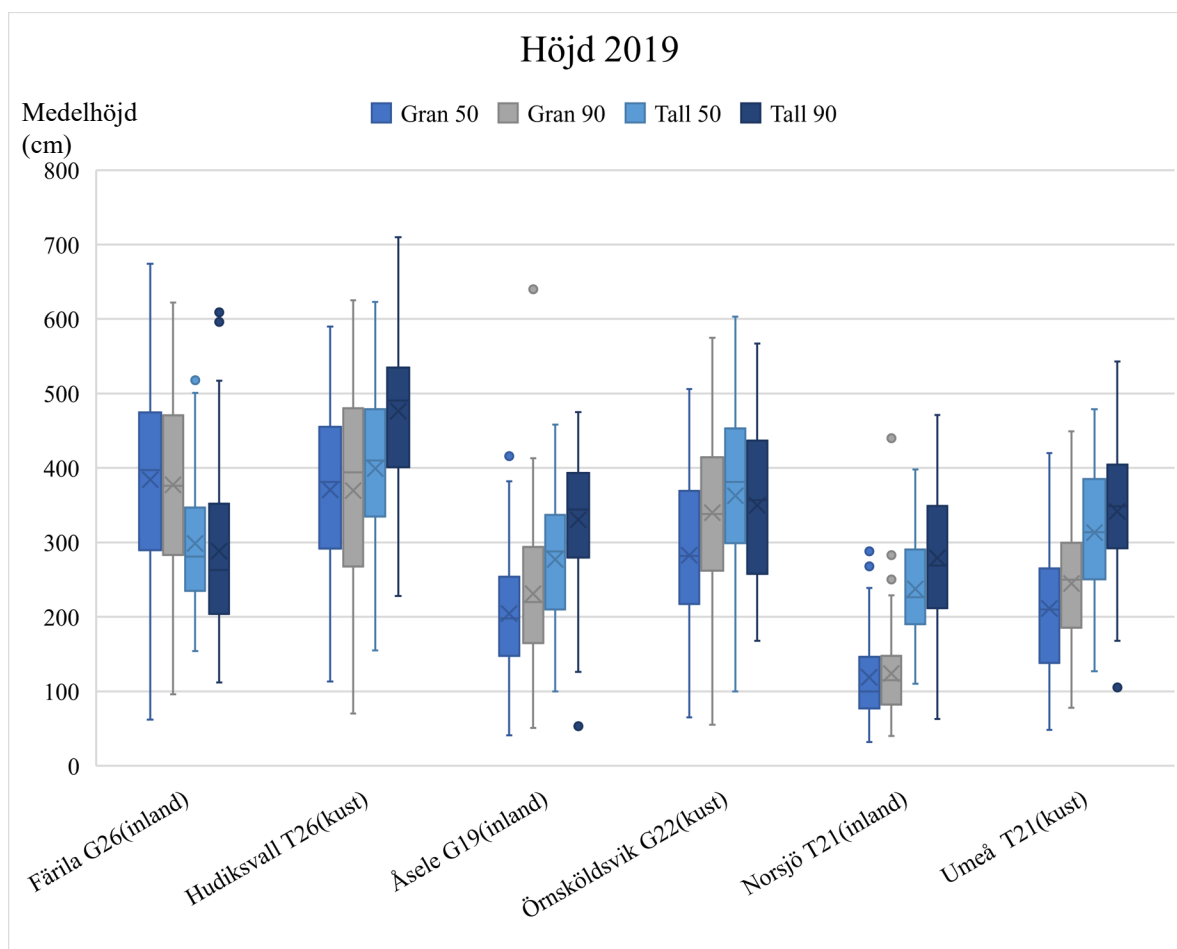
RESULTAT

Enligt analysen hade tallen behållit sitt tillväxtförsprång. Det syntes även en positiv förändring i höjdtillväxt i förhållande till granen, sett utifrån förra inmätningen fram till inmätningen 2019. Denna positiva höjdförändring för tallen, jämfört med granen, syntes tydligt på alla lokaler förutom i Färila där tallen och granen var relativt jämlika i höjdtutvecklingen, se Figur 2. I genomsnitt för alla lokaler var tallarnas uppmätta höjttillväxt 2013-2019 signifikant högre än granarnas ($p=0.000$). Denna skillnad kvarstod oavsett om skadade plantor inkluderades eller ej och ingen statistiskt signifikant interaktion med läget (kust eller inland) kunde konstateras ($p=0,473$).

Lokalens läge påverkade tillväxttakten där kustlokalerna hade högre medelhöjder jämfört med inlandslokalerna. En högre tillväxt registrerades också med ökat ståndortsindex, vilket korrelerade med lokaler som var belägna på sydligare breddgrader. Nordligt belägna lokaler hade lägre medelhöjd för samtliga planttyper. Nordligt belägna lokaler i inlandet hade lägst medelhöjd, se Figur 2. Enligt den statistiska analysen var både höjd och oskadad höjd signifikant olika för lokal och kust/inland ($p<0,05$). Medelhöjden för samtliga plantor per lokal var högst i Hudiksvall och lägst i Norsjö, se Figur 3.



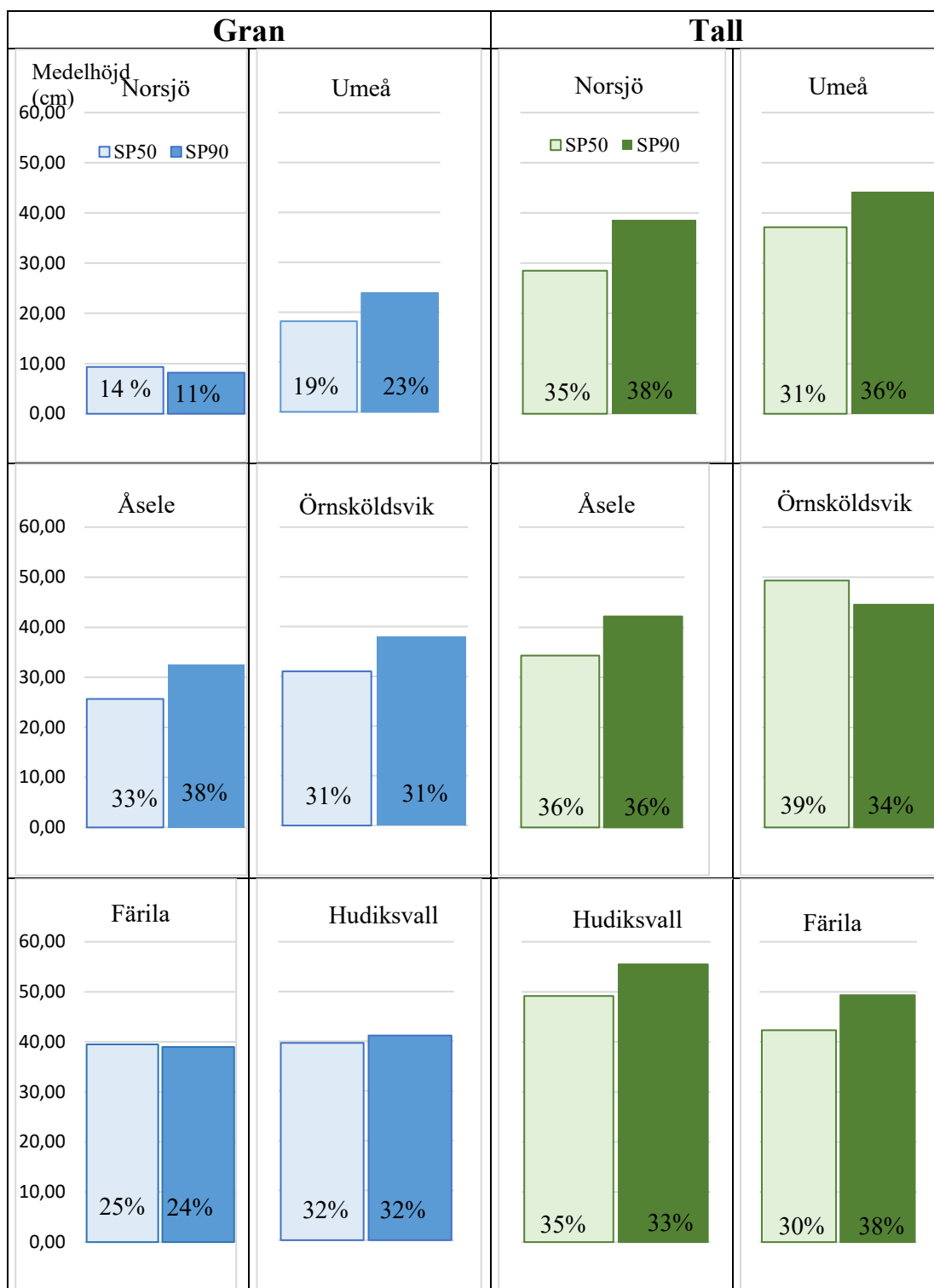
Figur 2. Genomsnittlig höjdtutveckling för oskadade gran- och tallplantor av planttyperna SP50 och SP90 under tio vegetationsperioder (x-axeln är höjdtillväxt i cm och y-axeln är vegetationsperioder).



Figur 3. Boxplot på skadad höjd i cm (y-axeln) år 2019 fördelat på kust och inlandslokaler(x-axeln) samt planttyp. Lokalerna är märkta med ståndortsindex.

Analysen visade att det fanns betydelse av större eller mindre plantor mellan tall och gran vad gäller medelhöjdtillväxt per år från fem år efter plantering till tio år efter plantering.

I genomsnitt, för samtliga plantor av tall och gran, uppvisade den större planttypen (SP90) något större total höjd än den mindre planttypen (SP50). Skillnaden var statistiskt signifikant för skadade plantor. För enskilda lokaler och trädslag noterades högre medeltillväxt för den mindre planttypen på några lokaler. Detta gällde i Norsjö för gran, Örnsköldsvik för tall och Färila för gran, se Figur 4. Separat analys av skadade plantor visade ingen skillnad i höjdtillväxt från fem år efter plantering till tio år efter plantering mellan plantyperna ($p=0.347$) medan oskadade plantor av den större planttypen hade vuxit bättre ($p=0,016$).



Figur 4. Plantstorlekens (SP50 eller SP90) inverkan på oskadade tall- och granplantors medelhöjdtillväxt (cm/år på y-axeln) 2013 - 2019. Sorterat på kust- och inlandslokaler i norra Sverige mellan 65°02 N och 61°38 N. Procenttalen är årlig medeltillväxt i förhållande till planthöjd 2013.

För en sammanställning av alla p-värden tagna från Anova Mixed Model, se tabell 3.

Tabell 3. Resultat av P-värden för analyser från Mixed Model på alla responsvariablerna fördelat på de förklarande variablerna. Höjd och oskadad höjd är medelhöjd på plantorna år 2019. Höjdtillväxt och oskadad höjdtillväxt är medelhöjd på 2013 till 2019 års tillväxt.

Effekt	Höjd	Höjd oskadad	höjdtillväxt	Oskadad höjdtillväxt
trädslag	0,000	0,000	0,000	0,000
Plantstorlek	0,007	0,142	0,347	0,016
Lokal	0,000	0,000	0,000	0,000
Inland/kust	0,002	0,000	0,000	0,006
Kust/inland*plantstorlek	0,488	0,473	0,553	0,386
Kust/inland*trädslag	0,765	0,020	0,311	0,534

Mellan kust och inland fanns det en statistiskt signifikant skillnad på de flesta responsvariablerna. Större skillnad registrerades mellan oskadade plantor. En tydlig skillnad gällde mellan tall och granplantor för oskadad höjd och höjdtillväxt. Ingen signifikant skillnad mellan plantstorlekar kunde urskiljas förutom under total höjden för skadade plantor. (tabell 4).

Tabell 4. Medelvärden visat i cm på responsvariablerna fördelat på lokal och planttyp och hur de skiljer sig från varandra (medelvärden som inte delar bokstav är signifikant olika).

Effekt		Höjd	Höjdoskadad	Höjdtillväxt	Oskadadtillväxt
Lokal	Kust	Umeå	287 BC	301 B	176 BC
		Örnsköldsvik	332 AB	360 A	217 AB
		Hudiksvall	393 A	395 A	257 A
	Inland	Norsjö	194 D	211 C	110 D
		Åsele	260 C	298 B	169 C
		Färila	344 AB	401 A	202 BC
	Planttyp	Tall90	350 A	395 A	224 A
		Tall50	314 AB	356 A	206 A
		Gran90	278 BC	293 B	166 B
		Gran50	264 C	268 B	160 B

Skador

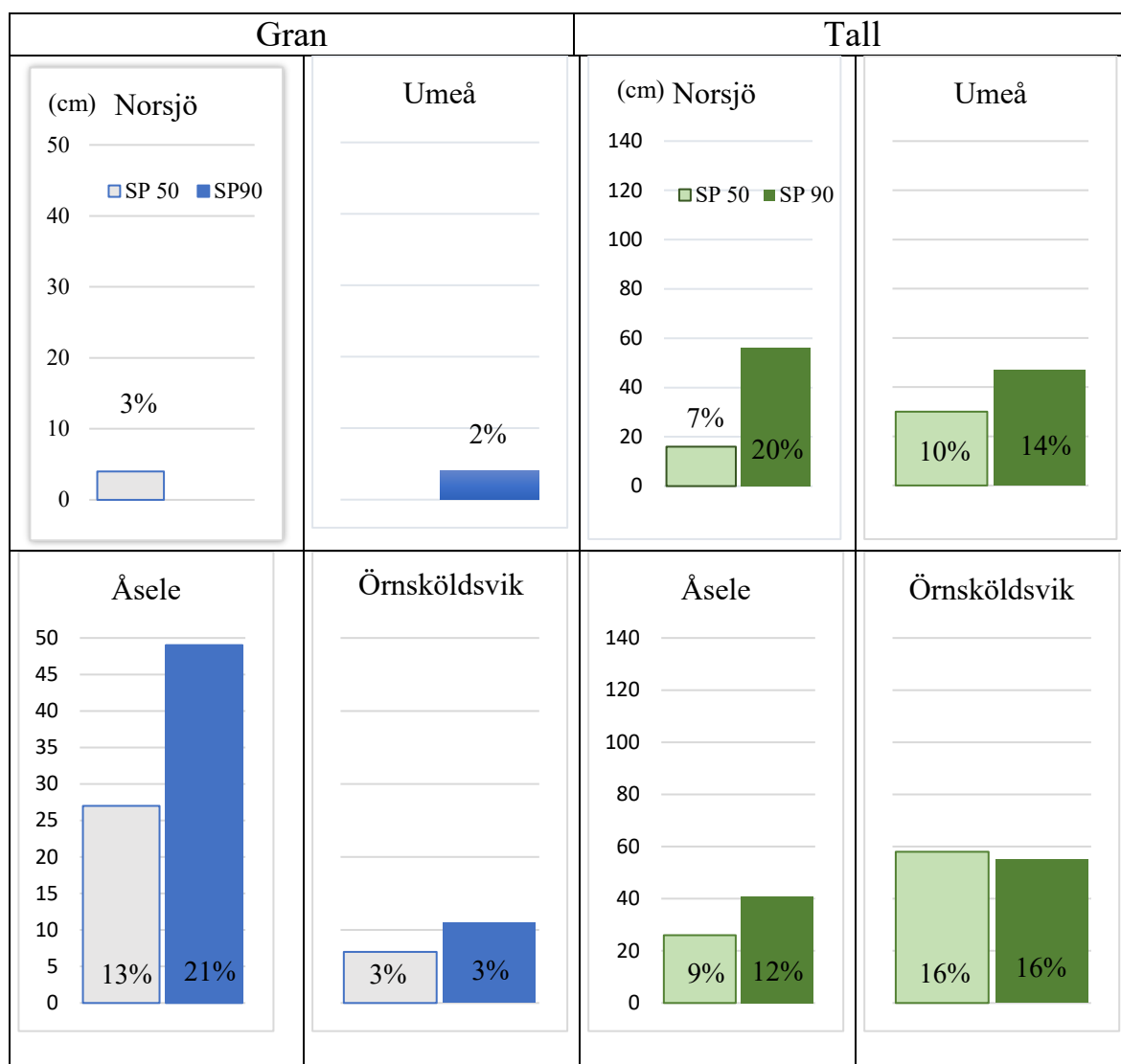
Enligt analysen hade höjdtillväxten mellan 2013 till 2019 års inmätning, för oskadade plantor, större tillväxt i jämförelse med skadade plantors tillväxt. Detta gällde för båda plantstorlekarna. För de större planttyperna (gran90 och tall90) fanns det i regel en större tillväxtförlust jämfört med de mindre planttyperna (gran50 och tall50) när det gällde skadade plantor. Några undantag fanns. I Norsjö fanns det större negativ påverkan på tillväxt på gran50 jämfört med gran90 på grund av skador. Samma förhållande gällde i Hudiksvall mellan tall50 och tall90, se Figur 5.

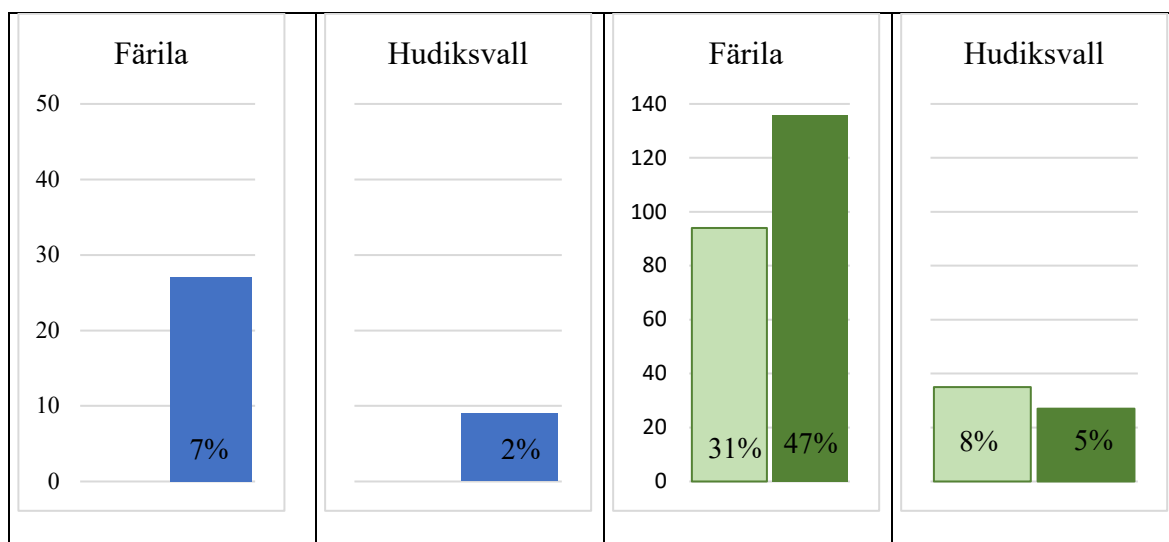
Skadebilden mellan planttyper och mellan lokalernas geografiska läge varierade i hög utsträckning. Vad gällde skadeorsak så var klövvilt den skadeorsaken som hade observerats mest på samtliga lokaler. Det var tallen, som i störst utsträckning hade drabbats av klövviltsskador där tall90 var mer skadedrabbad än tall50. Ett undantag var Färila och Hudiksvall där tall50 var mer skadedrabbad än tall90.

Svampangrepp hade också observerats på samtliga lokaler men i mindre utsträckning än klövviltsskador. Åsele,

Norsjö och Umeå hade en övervägande andel av den totala andelen svampskador. Tallen var mer drabbad än granen. Tall90 var i högre utsträckning utsatt av svampangrepp, jämfört med tall 50. Frost hade i princip bara drabbat de tre nordligaste lokalerna, Åsele, Norsjö och Umeå. Åsele var den lokal som hade drabbats mest av frost, följt av Norsjö och sist Umeå. Det var främst granen som var drabbad, med marginella skillnader mellan plantstorlekarna. Insektsskador hade främst drabbat granen och bland lokalerna var Norsjö mest drabbad, följt av Åsele och sist Umeå. Marginella skillnader fanns mellan plantstorlekarna. Den insekt som angripit granen mest var granbarrlusen.

Av alla plantor som var skadefria var gran90, den planttypen, som hade klarat sig mest från skador. I Färila, undantagsvis, hade gran50 klarat sig mer från skador än gran90. Tallarna var mer skadedrabbade än granen. I grad av skada var det i kategorin ”dött nyligt eller sakandes” som innehöll det högsta procentuella andelen av plantorna, sett på alla lokaler. Kategorin ”livshotande skador” förekom procentuellt minst sett för alla planttyper på samtliga lokaler.





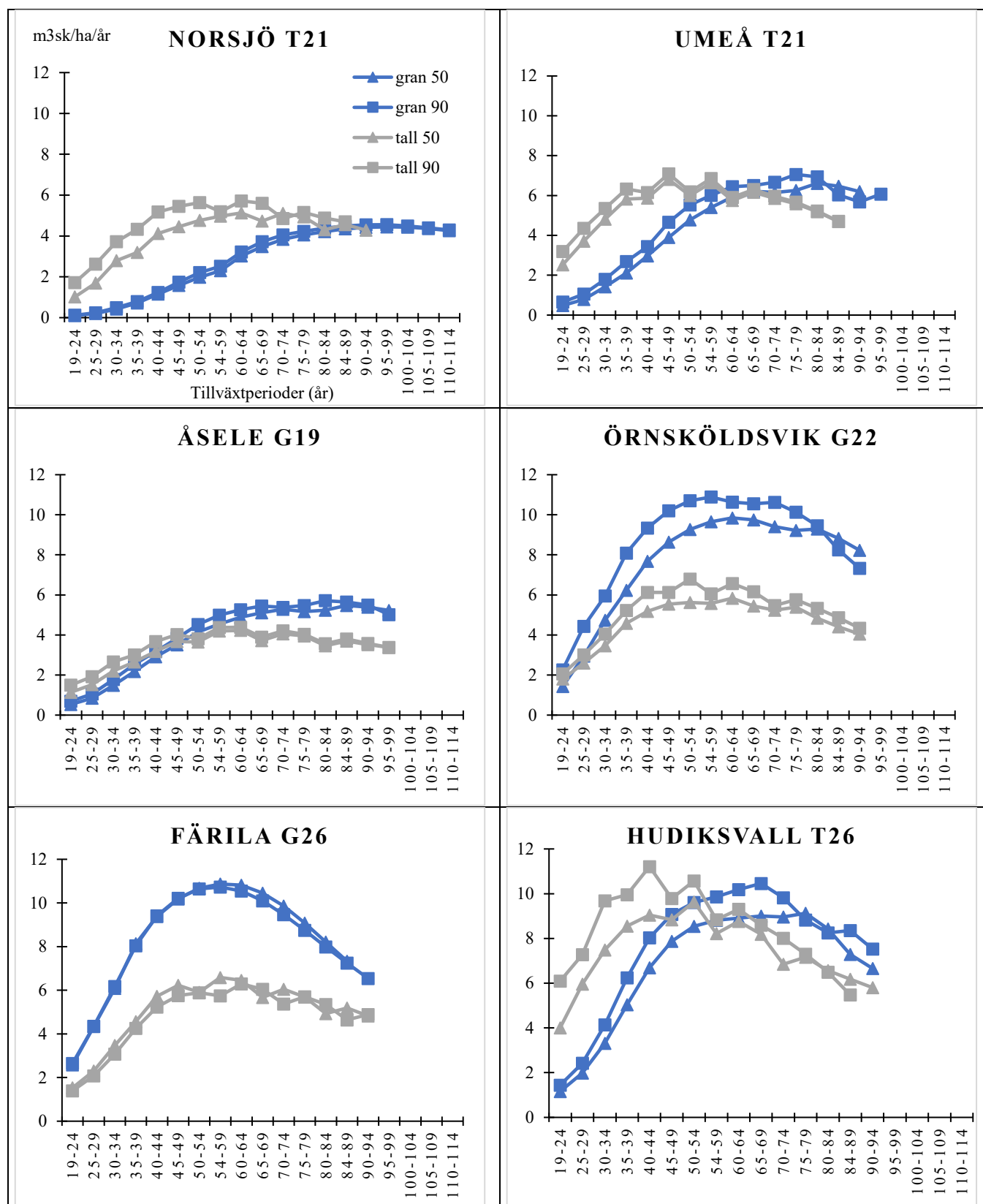
Figur 5. Skillnad mellan skadade och oskadade plantor tillväxt från 2013 till år 2019 (cm på y-axeln och procent i staplarna) sorterat på kust och inlandslokaler i norra Sverige mellan 65°02N och 61°38N. (Olika cm skalor gäller för tall och gran).

Plantavgångar

Trender som upptäckts i avgångarna var att det hade skett en minskning i avgångar sen förra inmätningen. Däremot i Färila och Norsjö syntes det en högre ökning av avgångar från förra inmätningen jämfört med de övriga lokalerna där avgångarna avtagit. En trend som uppmärksammades i datat var att avgångarna ökade med ökat ståndortsindex, se bilaga 1. För det olika plantyperna uppmärksammades att de mindre plantstorlekarna hade högre avgångar jämfört med de större, se bilaga 2.

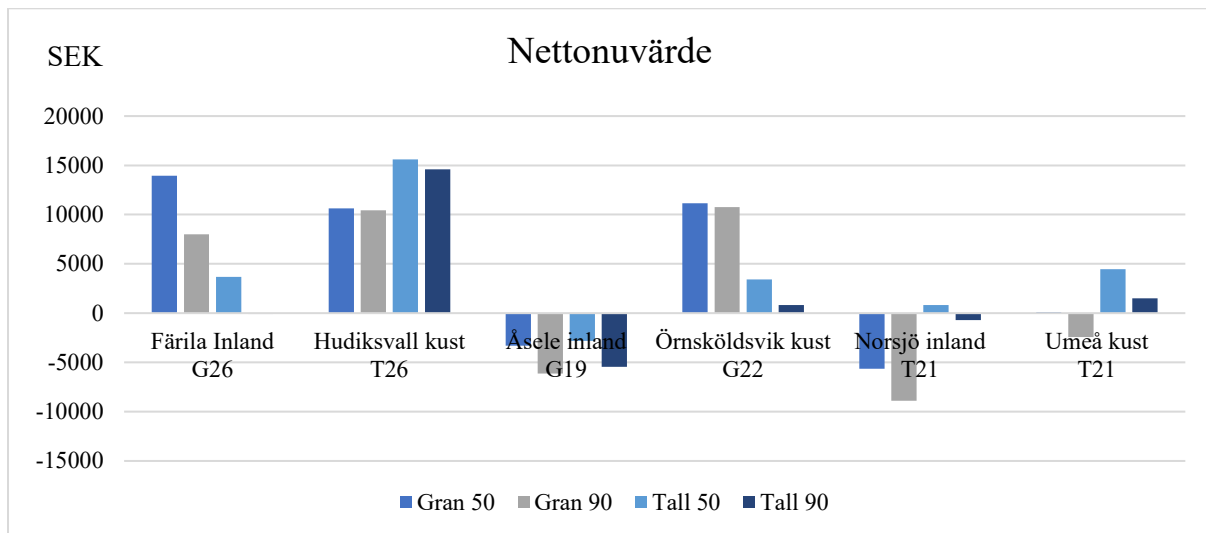
Prognostisering av fortsatt beståndsutveckling

Nettotillväxten varierade mellan lokalerna där större nettotillväxt återfanns vid kustnära lokaler, vilket korrelerade med högre bördighet och temperatursumma. Samma mönster som följde ökat nettonuvärde, (se tidigare Figur 3). Högre antal levande plantor per ha gav en högre nettotillväxt. Tallen och granen hade högre nettotillväxt där lokalen hade klassats till samma gran eller tall bonitet som trädslaget. De större planttyperna hade högre nettotillväxt än de mindre från första tillväxtperiod. I Norsjö hade slutavverkning för granplantorna blivit förskjuten mycket längre jämfört med tallplantorna, på grund av dåligt utgångsläge i stamantal och bördighet, se Figur 10. Variansanalysen bekräftade att trädslag, plantstorlek och lokalens läge hade en signifikant effekt på höjd och höjdtillväxt för oskadade plantor (P-värde <0,05).



Figur 6. Nettotillväxt (tillväxt minus naturlig avgång) uppdelat på ($\text{m}^3\text{sk/ha/år}$ på y-axeln) och tillväxtperioder(x-axeln) för alla försökslokaler uppdelat mellan de olika planttyperna.”Hack” i tillväxtkurvorna för de olika planttyperna visar vilken tidsperiod gallringar har utförts.

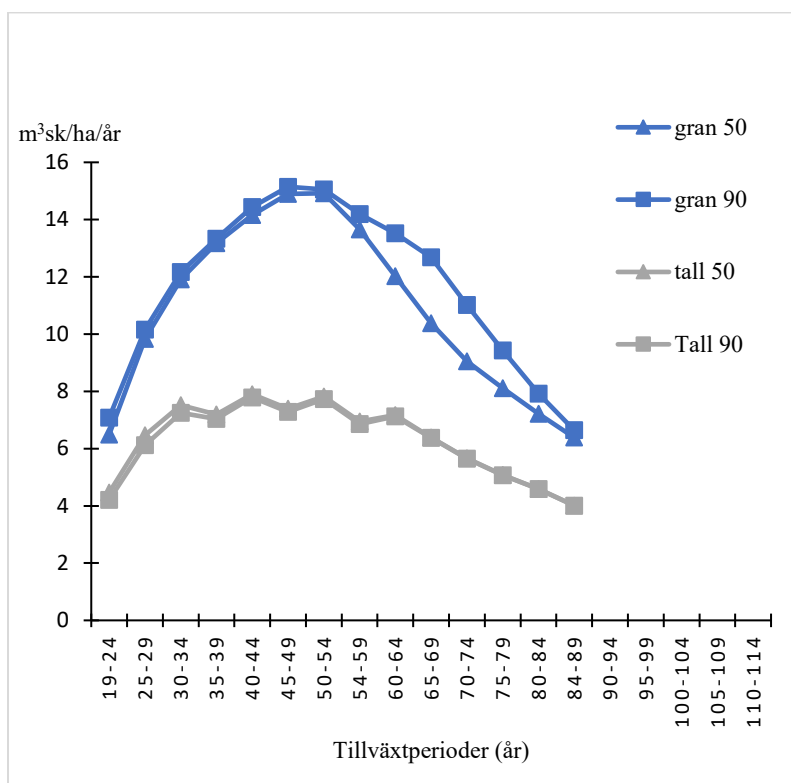
De lokaler som hade ett positivt nuvärde från prognostiseringen i Planvis, var också belägna på platser med högre ståndortsindex. Lokalerna Hudiksvall, Färila och Örnsköldsvik visade positiva nuvärden för alla planttyperna (gran50, gran90, tall50 och tall90). Hudiksvall(T26) hade högst nuvärden och samtidigt de högsta avgångarna. Umeå, Norsjö och Åsele hade alla planttyper med negativa nuvärden. Umeå var den lokal med bäst totalnuvärde där tall 50 och tall90 var positiva. Åsele hade bara negativa nuvärden där gran90 var det högsta negativa nuvärdet och tall50 var det lägsta. Umeå hade tre positiva nuvärden för gran50, tall50 och tall90 plantorna och i Norsjö var det planttypen tall50 som hade ett positivt nuvärde. En genomgående trend var att de större planttyperna medförde ett mindre positivt nettonuvärde jämfört med de mindre planttyperna för samma trädslag, se Figur 11.



Figur 7. Förändring i nettonuvärde (SEK på x-axeln) uppdelat på planttyp, lokal och kust/inland, där högst till lägst ståndortsindex går från vänster till höger.

Känslighetsanalys

känslighetsanalysen visade en högre nettotillväxt per ha och år med högre antal huvudstammar jämfört med det inmätta beståndet. Tillväxtkurvorna visade samma variation för de inmätta plantorna som de simulerade.



Figur 6. 10 högsta träden som skalats upp till 2000 plantor per ha som ingångsbestånd (Y-axeln visar m³sk/ha/år).

DISKUSSION

Inmätningen visade att tillväxtöversprånget för tallen hade ökat sen senaste inmätningen, som var utförd av Johansson et al (2015). Denna ökade tillväxt för tallen gällde i de flesta lokaler. Ett undantag var Färila lokalen där gran och tall hade i princip samma tillväxt. Enligt Nilsson et al (2019) kan tallen växa snabbare än gran i ungskogsfasen. En högre tillväxt kan däremot urskiljas för granen på bördigare ståndorter. Analysen visade en tydlig signifikant skillnad mellan trädslagen i tillväxt. Att tallen växer snabbare kan förklaras av dess pionjärträdslags karaktär. Granen som har ett sekundärt trädslags tillväxttrytm, har en lägre tillväxttakt i uppväxtfasen eftersom den är genetiskt anpassad till att leva på lite solljus (Albrektson et al 2012). Eftersom tallen redan hade utvecklat mer biomassa än granen på den tidigare inmätningen skapas en större phoptosyntiserade förmåga, vilket kan utöka biomassaproduktionen och förbättra tillväxten ytterligare.

Resultatet från de första tio tillväxtsäsongerna i detta arbete uppvisade en något mer likartad tillväxt mellan trädslagen på granmarksklassade lokaler. Enligt Nilsson et al (2012) växer granar bättre på näringsrik och vattenbärande mark. Tallar, belägna på nordligare breddgrader, brukar i regel åstadkomma högre tillväxt jämfört med granar. Detta syntes i analysen där tall50 och tall90 växte mycket bättre än gran 50 och gran90 på de nordligt belägna lokalerna. Lokalens läge i förhållande till kusten bidrog till ökad respektive minskad tillväxt. Inlandslokalerna visade upp lägre tillväxt, vilket korrelerade med lägre temperatursumma och lägre bonitet. Lokaler belägna vid kusten uppvisade högre temperatursumma och en högre tillväxt. Holmström et al (2018) och Bergquist et al (2005) understryker också att en bördig mark kan bidra till en mer jämn tillväxt mellan tall och gran, och potentiellt en högre tillväxt för gran. Lokalens geografiska läge hade en stor betydelse för hur snabb höjdtillväxten var. Där emot är det många faktorer som spelar in hur bra tillväxt en lokal har. Om lokalen har en hög temperatursumma men en låg bördighet blir inte tillväxten lika stor jämfört med om båda faktorerna gällde. En hög temperatur summa kan direkt vara dåligt om det inte finns eller tillkommer nog med vatten. Låg längre och högre från havsnivån, vilket bidrog till lägre temperatursumma.

I analysen visade tillväxtdiagrammen att de större plantorna för tall90 och gran90 hade växt lite bättre än motsvarande tall50 och gran50 plantorna. Tre lokaler visade dock upp motsatsen. Detta gällde för lokalerna Norsjö för gran, Örnköldsvik för tall och Färila för gran. Ett mindre tillväxtövertag på ca fem till tio cm hade också gran90 över gran50 i fyra av sex lokaler. I Färila och Norsjö var tillväxten per år lägre för gran90 jämfört med gran50. Den statistiska analysen bekräftar att för oskadade plantor skilde tillväxten mellan plantstorlekarna. För skadade plantor var fanns ingen signifikant skillnad. Att större plantor kan uppnå snabbare tillväxt har bevisats från andra studier där bland annat Parker (2001) bekräftar denna tendens.

Mina resultat stämmer i stort med Mellberg & Näslund (1987) som följde olika stora tall- och granplantor fram till röjningstidpunkten. Större plantor hade bättre höjdtutveckling och överlevnad än mindre. Granens plantavgång stabiliserades tidigare till en låg nivå jämfört med tallen som behövde ca tre gånger så lång tid innan skadenivåerna gick ned. Höjdtutvecklingen gick snabbare för större tallplantor än mindre, samma tendens för granen men då varade den snabbare höjdtutvecklingen mycket längre innan den mindre granen han ikapp.

Både tall och gran hade drabbats av skador, vilket hade bromsat upp tillväxten i varierad utsträckning. Skillnaden i skadebild varierade vidare i intensitet, typ av skadegörare samt utifrån vilka lokala och regionala förhållandena var. Skador hade påverkat längdtillväxten negativt. Båda planttyperna var drabbade av en reduktion i medelhöjdtillväxt. De större planttyperna hade i regel högre reduktion i tillväxt på grund av skador, jämfört med de mindre planttyperna under åren 2013 - 2019. Tallplantorna hade förlorat mer i tillväxt på grund av skador jämfört med granplantorna. Detta berodde framförallt på grund av betesskador.

Enligt Witzell et al (2009) är toppskottsbete, fejning mot stam och stambrott vanliga skador som kan förekomma under en längre tid. Skadorna leder till reducerad höjdtillväxt och att plantan skjuter flera stammar vilket i sin tur orsakar stora ekonomiska förluster på grund av lägre virkeskvalitet. Ur ekonomisk synpunkt behöver alltså inte tallen vara mer fördelaktig än granen.

Hjortdjursskador var den skadeorsak som hade observerats mest, sett utifrån samtliga lokaler. Bland planttyper var tall90 mest drabbad följt av tall50. Granplantorna hade knappt någon hjortdjursskada. Lokalen Färila hade drabbats hårt av betning, vilket reducerade tillväxten för tallen i stor utsträckning.

Svamp hade drabbat alla lokaler men i en mindre utsträckning, jämfört med betesdjur.

De nordliga lokalerna Åsele, Norsjö och Umeå var mer drabbade än de mer sydligt belägna lokalerna. Svampskador hade drabbat både tall och granplantorna. Det var skadesvamparna knäckesjuka och törskate som framförallt förekom. Tallen var mer drabbad av dessa skador än granen. Svampen knäckesjuka (*Melampsora pinitorqua*) kan direkt döda eller försvaga tallskotten, vilket leder till lägre vitalitet och försvar. Detta i sin tur gör tallen mer sårbar mot andra svampar, så som snöskytte (Löfstrand 2009). Granen hade i större utsträckning drabbats av granbarrlus, vilket hade hämmat skotttillväxten. Dessa skador var i regel relativt milda när granplantans totala vitalitet undersöktes. Dessa skador förekom framförallt i de nordliga lokalerna.

Abiotiska faktorer i sin tur förändrades också efter hur landskapets variation och geografiska läge varierade. Frost hade exempelvis drabbat de nordligare lokalerna Åsele, Norsjö och Umeå, medan de sydliga lokalerna inte hade drabbats. De nordliga Inlandslokalen hade drabbats hårdare än kustlokalen. Granen var framförallt drabbad. Åsele och Norsjö hade många observerade frostskaador på gran, vilket hade dragit ner på tillväxten, jämfört med tallen. Detta överensstämmer med Christerssons (1978) slutsatser att granen är mer känslig för frost än tallen. I frostdrabbade lokaler kan ett alternativ vara att satsa på tallplantering av större tallplantor. Att noggrant studera var frost kan utgöra en risk skapar möjligheter att undvika större förluster av gran och tallplantor. En fortsatt skadeutveckling där tallen blir nerbetad kan tillslut leda till att granen blir de ledande trädslaget när det gäller tillväxten. Granen vars skador har orsakat tillväxt reduktioner i ett tidigare skede kommer förmodligen inte påverka granens tillväxt nämnvärt framöver. Detta är en stor fördel till granen om nu tallen skulle utsättas för fortsatt betning tillexempel. Framtida svamp eller insektsutbrott är svår att sia om, vilket kan förändra skadebilden avsevärt.

Gran 90 var den planttyp som var skadefri i störts utsträckning. Tall90 däremot hade lägst andel skadefria plantor. Antalet plantor som hade dött nyligt eller saknades utgjorde den största andelen i skadegradsnivå. Antalet livshotande skador var låga för samtliga lokaler. Detta kan ha sin förklaring i att trädens ålder och storlek bidragit med högre motståndskraft mot skadegörare jämfört med yngre plantor.

En trend för samtliga lokaler var att både gran50 och tall50 plantorna hade högre avgångar än gran90 och tall90 plantorna. Gran50 var den planttyp som hade störst avgång följt av tall50, som i förhållande till gran50, hade mycket mindre avgång. Förklaringen till en hög avgång på SP50 storlekarna jämfört med SP90 kan bero på högre konkurrens från vegetation, samt snytbagge. Konkurrens från vegetation var troligtvis vanligt förekommande på lokalen Hudiksvall, där det växte mycket gräs. Hudiksvall hade också totalt de högsta avgångarna sedan planteringsåret 2008, jämfört med de övriga lokalerna. Enligt Landis et al (2010) klarar plantor med tjock stam och stor fotosyntesyta sig bättre där stor vegetations konkurrens, mycket skadedjur eller där ett tungt liggande snötäcke förekommer. Däremot kan kortare plantor, med ett omfattande rotsystem, klara sig bättre på platser med torra förhållanden.

Prognostisering av fortsatt beståndsutveckling

Nettotillväxten varierade mellan lokalerna där större nettotillväxt återfanns vid kustnära lokaler, vilket korrelerade med högre bördighet och temperatursumma. Samma mönster som följde ökat netto-nuvarde, (se tidigare Figur 5). Högre antal levande plantor per ha gav en högre nettotillväxt. Tallen och granen hade högre nettotillväxt där lokalen hade klassats till samma gran eller tall bonitet som trädslaget. De större planttyperna hade högre nettotillväxt än de mindre från första tillväxtperiod. I Norsjö hade slutavverkning för granplantorna blivit förskjuten mycket längre jämfört med tallplantorna, på grund av dåligt utgångsläge i stamantal och bördighet. Variansanalysen bekräftade att trädslag, plantstorlek och lokalens läge hade en signifikant effekt på höjd och höjdtillväxt för oskadade plantor (P-värde <0,05).

Fram till slutavverkningen utvecklades tillväxten i den takt som till största del återspeglade tillväxtåren 2013 - 2019. Planttyperna gran90 och tall90 hade högre tillväxt jämfört med de mindre planttyperna gran50 och tall50. Nettotillväxten för tall visade sig vara, i tidig ålder, högre än granens. Detta övertag i volym kunde hålla i sig i äldre åldrar, vilket gjorde att tallen låg före rent tidsmässigt i skötselmetoder som gallring och slutavverkning. Detta innebar att tallens tillväxt började avta tidigare än granens. Däremot ökade tillväxten vid högre ålder för granen och kunde då efter en längre tid bli likvärdig med tallens årliga tillväxt. Enligt Goude (2016), som utfört en studie i Gävleborgs län, började granen växa snabbare från 30 till 40 års ålder medan tallen, som växt snabbare i ungsogsstadiet, började avta i tillväxt när den nått över 40 år i ålder. Vid 40 års ålder hade tallen uppnått högre volym jämfört med granen. Detta tack vare tallens snabba nettotillväxt i yngre ålder. En annan studie, utförd vid norrlandskusten av Zhang (2012) uppvisar också sambandet att tallen har högre tillväxt i yngre åldrar jämfört med granen. I äldre bestånd kunde granen komma upp i likartad tillväxt eller till och med överträffa tallens tillväxt, efter att barrmassan hade hunnit byggas upp. Detta samband visar på att granen har stor tillväxtpotential om den uppnår en hög andel barrmassa.

I detta arbete uppmärksammades det i prognosen att tallen hade ett tydligt övertag förutom där avgångarna varit höga och där granen hade bättre förutsättningar. I Färila till exempel hade tallen drabbats av kraftigare älgskador, vilket bidrog till lägre medelhöjd.

Den planttyp som gav bäst ekonomiskt utfall visade sig variera mellan lokaler och plantstorlekar. Det prognostiserade nuvärdet följde i stort sett försökslokalens ståndortsindex. Högsta nuvärdet fanns i Hudiksvall, vilket också var lokalen med det högsta ståndortsindexet. Kustnära lokaler påvisade högre netto-nuvarde jämfört med inlandslokaler, vilket också korrelerade med bättre temperatursumma och bördighet. Stora plantstorlekar hade större

tillväxtpotential men också högre utgifter. Bättre tillväxt kunde inte överträffa eller ens ersätta den förlust som uppstod på grund av högre utgifter för de större plantorna. Resultatet av detta blev ett lägre nuvärde för de större planttyperna Tall90 och Gran90, jämfört med de mindre planttyperna gran50 och tall50 som hade större nuvärde.

I arbetet samlades inte data in från självföryngrade träd, som förekom relativt ofta inom försökets ytor. Dessa träd kunde ha bidragit till en högre nettotillväxt i analysen. Planvis programmet simulerade ett visst tillskott av självföryngring från år 2019 och framåt. Däremot så kompenserade detta inte de självföryngrade träden som uppkommit från plantering till inmätningen 2019. Konsekvenserna blir då att en del av tillväxtträden faller bort i ett tidigt stadium. Detta gör att volymtillväxten som simulerades förmodligen inte stämde överens med vad den verkliga tillväxten skulle ha blivit. Detta syns i känslighetsanalysen som gjordes med ett högre antal plantor per ha där volymen är volymen är mycket högre. Det finns ett antal studier som understryker att en stor del av de huvudstammar som upptar beståndets virkesvolym kan komma från självföryngrade träd och inte bara planterade träd. En studie av (Ackzell et al 1994) visade att ofta bidrog självföryngrade träd med att fylla upp stamantalet per ha i skogsplanteringar i norra Sverige. Detta tydliggör betydelsen av att undvika avgångar av plantor.

Nuvärdeskalkylen i Planvis gör vissa antaganden. Exempelvis att den volym- och kvalitetsmässiga produktionen i skogsbestånden är känd med säkerhet, samt att de framtida virkespriserna är kända med säkerhet. Sådana antaganden är i grunden kvalificerade gissningar, men det behöver inte betyda att det överensstämmer med verkligheten, vilket oftast blir utfallet eftersom verkligheten är mycket oförutsägbart (Ekvall 2009). Trots det erbjuder nuvärdesberäkningar ett dugligt skattat värde som visar på ungefärliga summor. Det som Nuvärdeskalkylen framförallt skapar är ett sätt att jämföra skillnader i värde mellan olika plantföryngringar (i detta fall). Nuvärdeskalkylen i planvis blir då på så vis ett typ av beslutstöd ur en ekonomisk synvinkel.

Studiens styrkor och svagheter

Arbetet i sin helhet byggde på ett tidigare omfattande försök med en välplanerad försöksdesign. Ett experimentellt upplägg hade utarbetats. Denna noggrannhet möjliggjorde en relativt enkel och effektiv insamling av data. Experimentet var, från början, upprättat för att få en förståelse för variationerna mellan de olika planttyperna på de valda försökslokalerna de första fem tillväxtåren. Detta arbete som byggde på data insamlat efter tio års tillväxt hade sämre förutsättningar med tanke på lokalisering och inventering av plantorna. Radmönstret, som plantorna var satta i, var i vissa fall svåra att urskilja på grund av bortfall av plantor, bortfall av markeringspinnar och variationer i avstånd mellan raderna. Andra aspekter som gjorde inmätningen problematisk var inväxning av träd i raderna. Dessa bedömdes som inväxta träd när de saknade markeringspinnar och skilde i ålder jämfört med försöksplantorna. Detta bidrog till att lokaliseringen av rätt träd försvårades. Vissa träd hade tappat i tillväxt sedan förra inmätningen vilket i största fall berodde på viltbete. Det försvårade att fastställa exakt position av trädet. När det blev svårt att lokalisera plantorna utfördes en kvalificerad bedömning/uppskattning om vilka plantor som hörde till rätt rad och vilken position de plantorna hade i raden.

Planvis är ett program som utifrån tillväxtfunktioner, uppbyggda på tidigare insamlade data, skapar prognoser hur framtida tillväxt kommer se ut. Att kunna prognostisera verkligheten är inte möjligt med dagens teknik, vilket gör att dessa prognoser inte på något vis är exakta.

Framtida studier

Framtida arbeten på fleråriga försök bör sätta upp en tydligare uppmärkning av försöksplanter, förslagsvis med större mer robusta pinnar som står stadigt och inte blir överväxta av omkringliggande vegetation. Om det är ekonomiskt försvarbart, kan ett alternativ vara att märka varje träd med band eller precisa GPS - punkter, för varje träd. Detta för att underlätta vid lokaliseringen av plantorna där bias uppstått på grund av avgång, sly och grästillväxt.

Under inventeringen upptäcktes flera självföryngrade träd, vilka var i liknande ålder som försöksträden. Några av dessa självföryngrade träd kommer troligtvis selekteras ut som produktionsträd vid ett framtida skogsbestånd. Ett alternativt till detta arbete är då att utöka inmätningar på både försöksträd och självföryngrade träd. Detta kan bidra med intressanta jämförelser mellan naturligt föryngrade och planterade skogsplanter, samtidigt som en mer korrekt tillväxtvolym kan erhållas.

Slutsatser och rekommendationer

Utifrån resultatet av detta arbete kan några slutsatser för val av planter göras. De mindre planstorlekarna för både tall och gran skapade högst ekonomisk avkastning baserat på nuvärde. Detta berodde på högre utgifter för de större planstorlekarna. Rekommendationerna utifrån ett nuvärdes perspektiv är att plantera mindre planter på samtliga lokaler. Däremot kan små planter ha svårare att klara uppväxt fasen, vilket kan tyvärr innebära många bortgångar. Om för många planter går bort samtidigt som självföryngringen blir dålig är små planter ett dåligt alternativ. För att gardera sig kan ett alternativ vara att använda större planter där risken för skador och konkurrens är högre. Gran eller tallplanter växte olika beroende på lokalens valda ståndortsindex och hur skadedrabbade plantorna var. I ungskogsfasen uppmärksammades en större tillväxt för tallplantorna. I lokaler som klassats till granmark var tillväxten mellan gran och tall, mer liknande. Plantstorlekarna visade en marginell skillnad i positiv tillväxt för de större plantorna. I analysen kunde detta bekräftas i höjdtillväxt för oskadade planter men inte för skadade planter.

Vissa lokaler hade drabbats mycket av betesskador på tallplantorna. Att betestrycket varit högt kring den senaste inmätningen kan troligtvis variera mycket. För att kunna dra några slutsatser om skadors inverkan i närområdet behövs lokalkännedom om varierande bördighet och betestryck. Även andra skadefaktorer som frostländhet, svampangrepp och insekter kan variera i stor utsträckning. Att lokalen utanför Åsele hade drabbats av frost kan till viss del förklaras med ett kallare klimat men detta säger inte att variationer kan förekomma. Så även om denna lokal var boniterad till granmark, verkade tallen klara sig bättre. Frosten och en låg bördighet kan vara två bidragande orsaker till detta.

I prognostiseringen visade det sig att tallplantorna växte snabbare än granplantorna förutom de lokaler som klassats till granmarker. Här gynnades tillväxten för gran och resulterade i ett högre nuvärde jämfört med tallplantorna. Programmet planvis favoriserar de trädslag som stämmer överens med det ståndortsboniterade trädslaget på lokalen. Även om ståndortsboniteringen visar att de ena trädslaget är mer lämpligt än de andra kan det inte uteslutas att ett annat trädslag växer lika bra där med. De ståndortsindex som lokalerna har är en generell bedömning och är inte säkert att de stämmer med verklighetens bonitet. Sen tillkommer det framtida osäkerheter

som kan förändra lokalernas tillväxtkapacitet. Tillexempel skulle ett varmare och fuktigare klimat bidra med andra förutsättningar.

Ett alternativ, till monokulturer av tall eller gran, är att istället låta båda trädslagen växa ihopblandat tillsammans, vilket då skapar en viss gardering. Detta eftersom i ett senare stadium kan det bäst anpassade trädslaget gynnas genom successiv röjning och gallring av det sämre växande trädslaget (Holmström et al 2019). En blandskog kan vidare bidra med ett varierat fältskikt. Detta ger en ökning i biodiversitet, skapar mindre känslighet för specifika skador och möjliggör förhöjda rekreativsvärden tack vare större variation i ljusinsläpp samt flora och fauna (Holmström et al 2018).

REFERENSER

Ackzell, L., Elfving, B., Lindgren, D. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management*. 65(2), pp.105–113.

Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L., Valinger, E. 2012. Skogsskötselns grunder och samband. Skogsskötselserien no 1. Skogsstyrelsen förlag. Tillgänglig från: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-1-skogsskotselns-grunder-och-samband.pdf>

Bergquist, J., Ekö, M., Elving, B., Johansson, U., Thuresson, U. 2005. Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort. Skogsstyrelsens förlag. Rapport 19. ISSN 1100-0295,

Burdett, N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research*. 20(4), pp.415–427.

Christersson, L. 1978. The Influence of Photoperiod and Temperature on the Development of Frost Hardiness in Seedlings of *Pinus silvestris* and *Picea abies*. *Physiologia Plantarum*. 44(3), pp.288–294.

Ekwall, H., Bostedt, G. 2009. Skogsskötselns ekonomi. Skogsskötselserien nr 18. Tillgänglig från: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-18-skogsskotselns-ekonomi.pdf>

Elfving, B. 2010. Growth modelling in the Heureka system. Tillgänglig från: Stencil [https://www.heurekaslu.se/wiki/Heureka_prognossystem_\(Elfving_rapportutkast\).pdf](https://www.heurekaslu.se/wiki/Heureka_prognossystem_(Elfving_rapportutkast).pdf) [Assessed 2020-01-21]

Frost och andra klimatskador (2016). Tillgänglig från: <https://www.skogskunskap.se/skotskott/barrskog/foryngra/skador-i-foryngringen/frost-och-andra-klimatskador/>

Grossnickle, S. 2005. Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests*. 30(2), pp.273–294.

Grossnickle, S. 2012. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*. 43(5-6), pp.711–738.

Grossnickle, S. and MacDonald, J. 2018. Why seedlings grow: influence of plant attributes. *New Forests*. 49(1), pp.1–34.

Goude, M. 2016. Kan skillnader i bladarea, biomassa och kväve förklara produktionsskillnader mellan tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*)?. Alnarp. Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbete nr 253. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests*. 9(1), pp.67–94.

Hallsby, G. 2013. Plantering av barrträd. Skogsskötselserien no 3. Skogsstyrelsens förlag;. Tillgänglig från: <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skogsskotselserien/Plantering-av-barrtrad/>.

Holmström, E., Goude, M., Nilsson, O., Nordin, A., Lundmark, T. and Nilsson, U. 2018. Productivity of Scots pine and Norway spruce in central Sweden and competitive release in mixtures of the two species. *Forest Ecology and Management*. 429, pp.287–293.

Holmström, E., Lidman, F., Karlsson, C., Goude, M., Nilsson, O., Petterson, L. (2019), mars. Tall gran eller både och. Skogforsk. Mars. Hämtas från: <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2019/tall-gran-eller-bade-och/>

Johansson, K., Nilsson, U. and Örlander, G. 2013. A comparison of long-term effects of scarification methods on the establishment of Norway spruce. *Forestry*. 86(1), pp.91–98.

Johansson, K., Hajek, J., Sjölin, O. and Normark, E. 2015. Early performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* - a comparison between seedling size, species, and geographic location of the planting site. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 30(5), pp.388–400.

Kempe, G. 2012. Älgskadornas inverkan på volymproduktionen i landets skogar – Resultat baserade på Riksskogstaxeringens permanenta provytor. Arbetsrapport 381. Umeå. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning

Landis, D., Dumroese, K., Haase, L. 2010. The Container Tree Nursery Manual. Volume 7, Seedling Processing, Storage, and Outplanting Agricultural. Handbook. 674.

Larsson, M. 2016. Betydelsen av krukstorlek, odlingsstäthet och planteringspunkt vid etablering och tillväxt hos täckrotsplanter – Analys av Jackpot & Powerpot. Umeå. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel . ISSN 1654-1898

Mellberg, I., Näslund, Å. 1987. Barrotsplantors tillväxt och överlevnad fram till röjningstidpunkt. Sveriges lantbruksuniversitet. institutionen för skogsskötsel. Rapport nr 22.

Nilsson, U., Elfving, B. and Karlsson, K. 2012. Productivity of Norway spruce compared to Scots pine in the interior of northern Sweden. *Silva Fennica*. 46(2), pp.197–209.

Nilsson, O., Hjelm, K. and Nilsson, U. 2019. Early growth of planted Norway spruce and Scots pine after site preparation in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 34(8), pp.678–688.

Nyström, C. 1999. Betydelse av plantålder och plantstorlek, faktablad från plantgruppen vid högskolan i dalarna. *Plantaktuellt Nr 1*.

Parker, B. 2001. Ecophysiology of Northern Spruce Species: The Performance of Planted Seedlings. *Tree Physiology*. 21(7), pp.415–416.

Skogskunskap 2019. <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/>

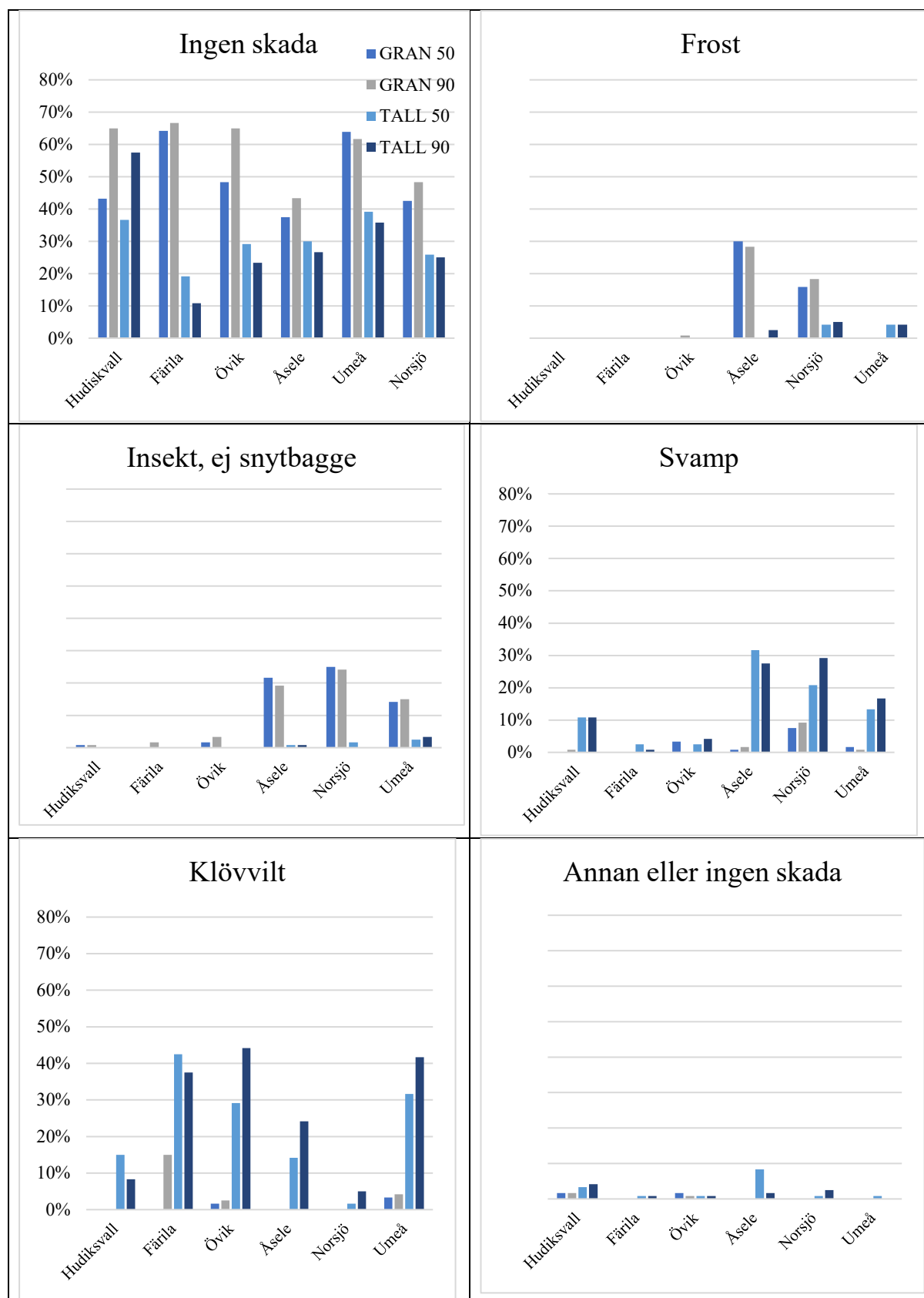
Thiffault, N. 2004. Stock type in intensive silviculture: A (short) discussion about roots and size. *The Forestry Chronicle* 80(4): 463-468, <https://doi.org/10.5558/tfc80463-4>

Witzell, J. et al (2009). Skador på skog Skogsskötselserien no 12. Skogsstyrelsen förlag;. Tillgänglig från: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/bruka-skog/skogsskador/skogsskotselserien---skador-pa-skog.pdf>. Swedish.

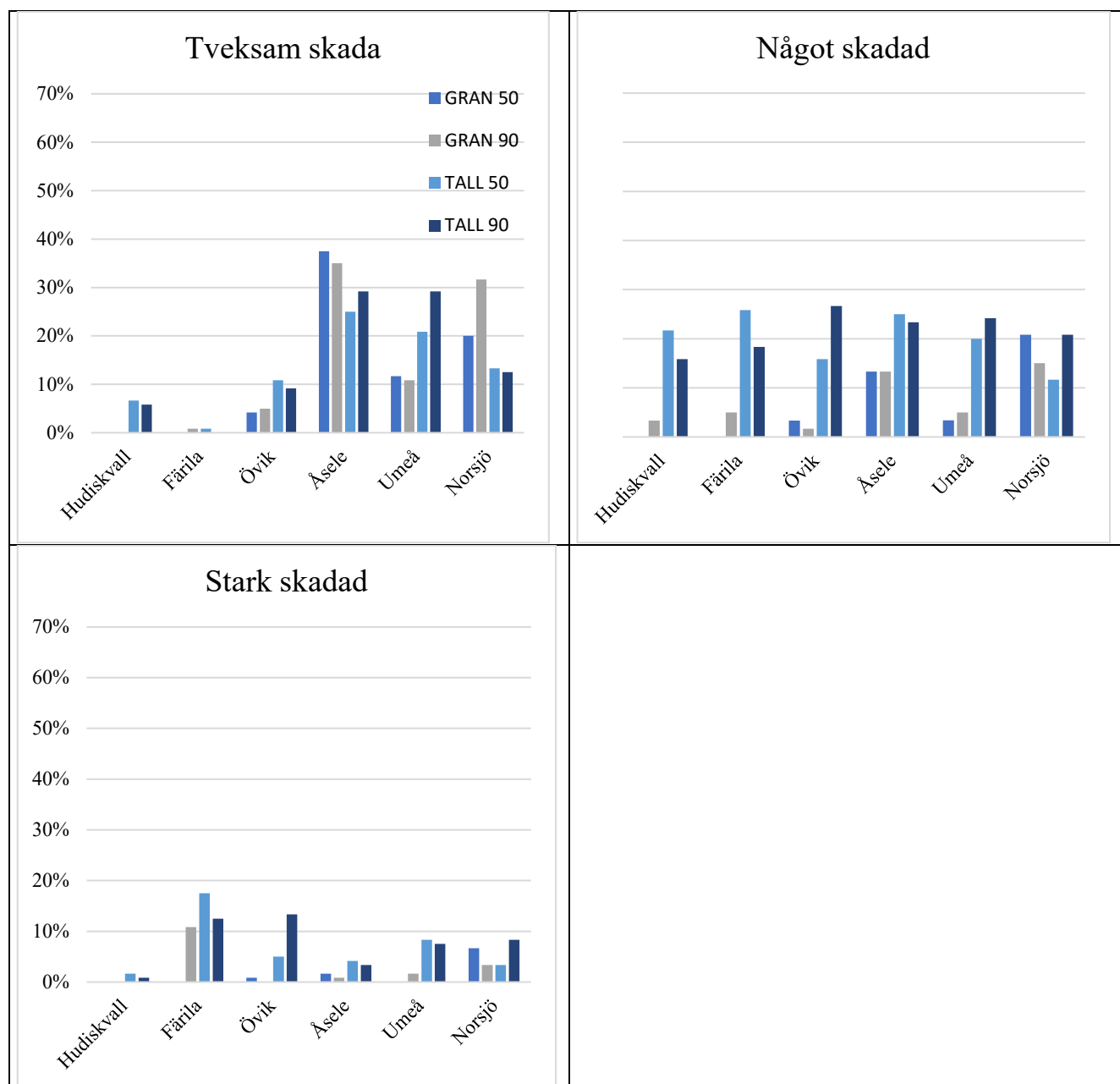
Zhang, B. (2012). Productivity of Norway spruce (*Picea abies*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) in coastal areas of northern Sweden. Alnarp. Swedish University of Agricultural Sciences Master Thesis no. 190

Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, O.L., ., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C., Klinteback., F. 2011. The Heureka forestry decision support system: an overview. IS 1946-7664.MCFNS 2011 AVAILABLE ONLINE AT [HTTP://MCFNS.COM](http://MCFNS.COM)

Bilaga 1 – Skador

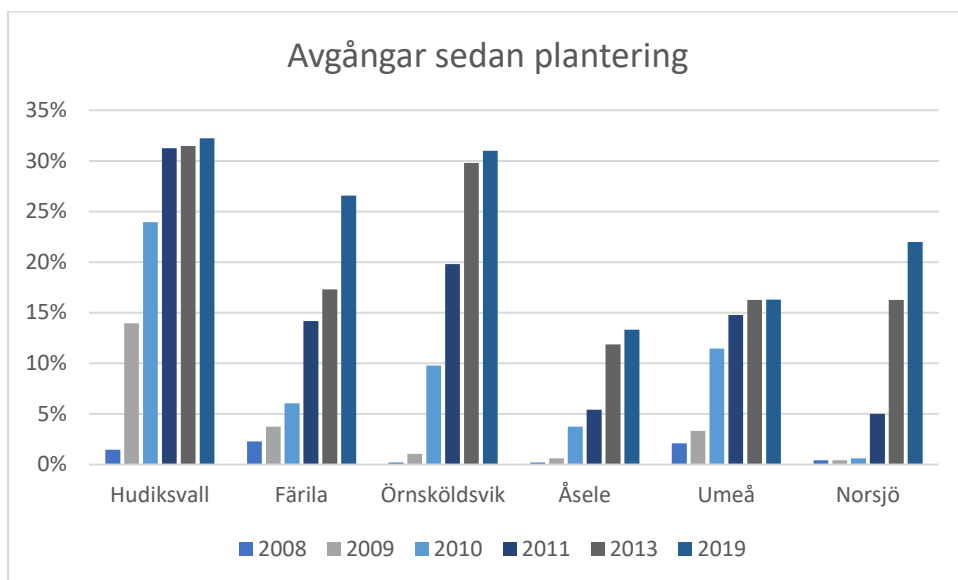


Figur 8. Total andel skadeorsak (andel i % på y-axeln) fördelat på planttyp och lokal. Data gäller för inmätningen år 2019.

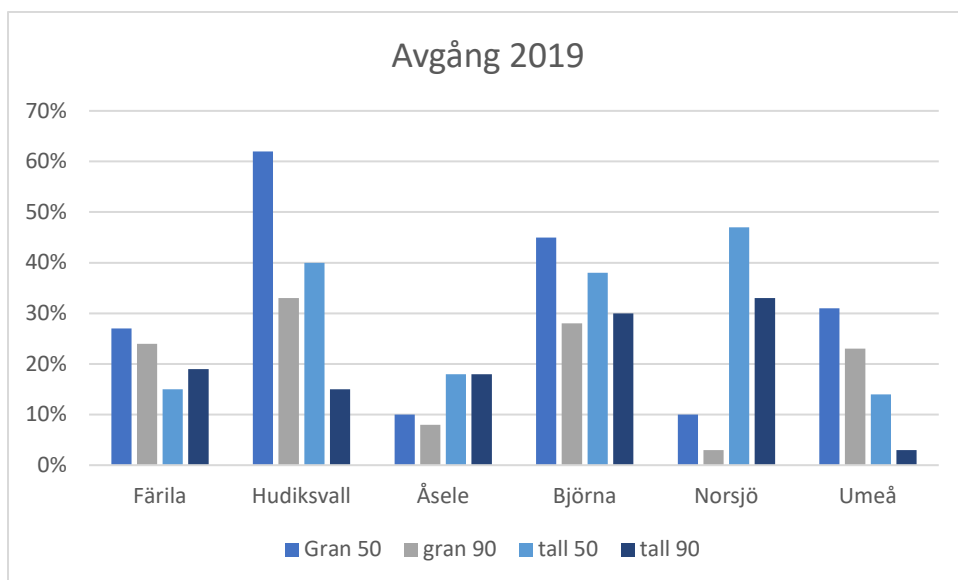


Figur 9. Total andel Skadegrad (Andel i % på y-axeln) fördelat på planttyp och lokal. Data gäller för inmätningen år 2019.

Bilaga 2 - Avgångar.



Figur 10. Kumulativ avgång för alla plantyper sammanslaget (andel i % på y-axeln) fördelat på lokal och år efter plantering.



Figur 11. Kumulativ total avgång 10 år efter plantering (andel i % på y-axeln) fördelat på plantyp och lokal.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2019:1 Författare: Lina Arnesson Ceder
Skogshistoria kommer upp till ytan – en akvatisk inventering efter samiskt påverkad död ved i tjärnar kring Mattaur-älven
- 2019:2 Författare: Linda Norén
“Det var ett äventyr” – en studie om livet som flottare efter Piteälven
- 2019:3 Författare: Elin Edman
Bladyta och virkesproduktion i fullskiktad granskog skött med blädningsbruk
- 2019:4 Författare: Sofie Dahlén Sjöbergh
Skogskollo för tjejer – Vad hände sedan?
- 2019:5 Författare: Fredrik Ögren
Hantering av forn- och kulturlämningar inom SCA Norrbottens skogsförvaltning – Informationshantering från planering till markberedning
- 2019:6 Författare: Elias Hannus
Beslutsstöd för att finna diken och bedöma behov av dikesrensning
- 2019:7 Författare: Jan Lindblad
The future of retention forestry – the historical legacy in stands and its impact on retention in the next generation
- 2019:8 Författare: Hilda Mikaelsson
Alternative oxidase respiration in the mycorrhizal fungus *Laccaria bicolor*
- 2019:9 Författare: Joel Jensen
Above- and belowground carbon stocks and effects of enrichment planting in a tropical secondary lowland dipterocarp rainforest
- 2019:10 Författare: Josefin Runesson
Total carbon sequestration during an entire rotation period of oil palm in northern Borneo
- 2020:01 Författare: Mikaela Rosendahl
Fysiska och psykiska hälsoeffekter av att vistas i naturen – En pilotstudie utförd på Stora Fjäderägg, Västerbottens län
- 2020:02 Författare: Jessica Åström
Evaluating abundance of deciduous trees in production forests along small streams – can Sweden meet current policy goals without intensive management
- 2020:03 Författare: Brita Asplund
5§3 – en statlig storstädning av skogslandskapet
- 2020:04 Författare: Mikaela Casselgård
Effects of 100 years of drainage on peat properties in a drained peatland forest in northern Sweden
- 2020:05 Författare: Therese Prestberg
1900- talets skogsbruk i kronoparksskogar – En skogshistorisk studie om Håckren och Bjurfors kronoparker